دكتور عبد الحميد سماحة

دار الشروق



في أعماق الفضاء

الطبعة الثالثة

١٤٠٠هـ - ١٩٨٠م

© دار الشروق

بيروت: ص.ب: ٨٠٦٤ - هاتف: ٣١٥٨٥٩ - ٣١٥١٠١ - برقيا: داشروق - تلكس: SHOROK 20175 LE

القاهرة: ١٦ شارع جواد حسني - هاتف: ٧٥٤٣١٤ - برقيا: شروق - تلكس: 93091 SHROK UN

دكتور عبد الحميد سماحة

في أعماق الفضاء

دار الشروق



الإهداء

إلى والديّ

المؤلف



تمهيد :

القرآن والعلم

«إن هذا القرآن يهدي للتي هي أقوم»

المشهور عند الكافة أن إعجاز القرآن كائن في بلاغته ، وأنه المثل الأعلى للبلاغة العربية ، والصورة المثالية لجمالها الفني ، يتحدى في سحره أساطين البيان في كل زمان ومكان . ومع أنه ليس كتاباً علمياً بالمعنى المعروف ، إلا أنه يحتوي على كثير من الحقائق العلمية التي لم يكن بعضها معروفاً عند أي من المدنيات العلمية التي ظهرت إلى حين بعث محمد صلى الله عليه وسلم برسالته العظمى ، بل إنها لم تعرف إلا بعد ذلك بقرون طويلة تهيأت في أثنائها الأسباب العديدة للوصول إليها .

وهكذا يظهر إعجاز القرآن في صورة رائعة حقاً وخصوصاً في هذا العصر الذي تقاس فيه مدنية الشعوب بما بلغته من قسط في العلم ، صورة تبهر العلماء أنفسهم لأنهم يعرفون قبل غيرهم ما يقتضيه الكشف العلمي من جهود طويلة متصلة ، تشمل البحث النظري والتجارب العلمية والأرصاد الدقيقة والمنافسة العنيفة بين العلماء والنقد الذي لا هوادة فيه .

ولقد شهد التاريخ قبل عصر النهضة خصاماً عنيفاً بين المسيحية والعلم وبتعبير أدق بين رجال الكنيسة ، على ما كان لهم من سلطان واسع ، والعلماء ، غلب فيه العلماء على أمرهم فعذب بعضهم واضطهد من أجل عقيدته العلمية وانطوى البعض الآخر على نفسه فكبت النهضة العلمية وتعطلت عن السير حيناً من الدهر .

ولست أعرف أن خصاماً كهذا نشب بين الإسلام والعلم أو بين رجال

الدين من المسلمين والعلماء ، ذلك لأن الإسلام لا يأبى التقريب بين العقيدة والمعرفة وبين الأصول الدينية والأصول العلمية ، بل هو يحث الإنسان دائماً على البحث في أسرار الكون ومحاولة إدراك حقيقة الوجود بالإمعان والمشاهدة وطول الفكر ، والنظر في خلق السموات والأرض إشباعاً لما أودعه الله فيه من غريزة التقصي التي ميزه بها على جميع مخلوقاته واهتدى بها إلى معرفة خالقه وعبادته عبادة المدرك لعظمته ، وفي ذلك يقول جل شأنه :

«أو لم يروا كيف يبدئ الله الخلق ثم يعيده إن ذلك على الله يسير . قل سيروا في الأرض فانظروا كيف بدأ الخلق» .

«إن في خلق السموات والأرض واختلاف الليل والنهار لآيات لأولي الألباب » . « الذين يذكرون الله قياماً وقعوداً وعلى جنوبهم ويتفكرون في خلق السموات والأرض ربنا ما خلقت هذا باطلاً سبحانك فقنا عذاب النار» .

ولقد قام بتفسير القرآن بعض من رجال العلم والفضل في عهود مختلفة ، واجتهدوا في ذلك ما وسعهم الاجتهاد ، مستندين في بعض المواضع إلى المبادئ العلمية التي كانت معروفة في وقتهم ، إلا أن كثيراً من هذه المبادئ قد تغير وتداعى صرحه نتيجة للبحوث العلمية الطويلة ، فدوران الأرض حول الشمس مثلاً لم يكن معروفاً على وجه التحقيق إلى ما قبل القرن السابع عشر للميلاد لافتقاره إلى الدليل العملي عليه ، وهو الاختلاف الظاهري لمواقع النجوم اختلافاً دورياً على مدار السنة ، وهو ما عجزت عن تحقيقه الأرصاد الفلكية حتى ذلك الحين لعدم كفاية وسائل الرصد لإثبات مثل هذا التغيير الطفيف .

أما دوران الأرض حول نفسها فقد ظل اعتباراً مرجحاً حتى منتصف القرن التاسع عشر للميلاد حين تمكن العالم الفرنسي «فوكو» من إثباته بالتجربة .

وهكذا نجد أن هاتين الحقيقتين العلميتين وهما الحجر الأساسي في العلوم الطبيعية لم يثبتا بالبرهان العلمي الصحيح إلا منذ وقت قصير نسبياً ، بينما نجد ما يؤيدهما في القرآن الكريم .

ولسوف يدهش القارئ إذا علم أنه حين بعث الرسول عليه السلام كان

المعروف لدى العلماء أن الأرض ثابتة وأنها مركز الكون وأن ما عداها من الأجرام السماوية كافة يدور حولها ، وأن هذه الفكرة قد صمدت أثناء قرون طويلة بعد ذلك لكل نقد ، أما اليوم فنحن نعلم أن الأرض تابعة وليست متبوعة إلا من القمر ، وأنها كوكب سيار صغير تسبح في الفضاء حول نفسها وحول الشمس بسرعة تفوق حد التصور (١٨ ميل في الثانية) كأخواتها عطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل وأورانوس ونبتون وبلوتو .

«وترى الجبال تحسبها جامدة وهي تمر مر السحاب» .

وكذلك نجد في القرآن ما يؤيد النظريات الفلكية الحديثة في انفصال الأرض من الشمس ، وتفرطحها عند القطبين وتحرك الشمس نحو مستقر لها وغير ذلك من المبادئ العلمية الثابتة في الفلك وفي غيره من العلوم الأخرى .

* * *

ولا يستطيع أحد أن يزعم أنه ليس بين الآراء العلمية المتنوعة المعروفة للآن ما سوف لن يأتيه الباطل من بين يديه ولا من خلفه مستقبلاً ، ولو أنه من المحقق أن عدد مثل هذه الآراء سوف يكون صغيراً جداً بالقياس إلى مجموع الحقائق الثابتة والتي لم تعد تحتمل أدنى شك .

وعلى ذلك فليس من الحكمة في شيء أن نغفل إعجاز القرآن في هذه الناحية ، بل يقتضينا الواجب المقدس نحو الدين الذي ارتضيناه لأنفسنا ونحو المجتمع الذي نعيش فيه أن نبرزها بكل أمانة ، وإلا اتهمنا بحق بالجمود الذي هو ليس من الدين ولا هو من طبيعة الحياة . وعلى علمائنا في كل مادة أن يبسطوا المبادئ الثابتة في العلوم المختلفة ليتخذ منها علماء الدين مادتهم في تفسير ما جاء في القرآن من الآيات العلمية ، فالقرآن كان ولم يزل محور ثقافتنا العامة .

* * *

لقد ظل الأزهر منارة الإسلام الكبرى طيلة عشرة قرون من عمره الطويل إن شاء الله ، وكان عماد مناهجه العلوم النقلية حتى دعى المصلحون في أواخر

القرن الماضي إلى ضرورة العناية بتدريس علوم الرياضة والفلك والكيمياء والطبيعة حتى لا يتخلف أبناء الأزهر وهم عماد النهضة المرجوة في البلاد الإسلامية عن المدنية العلمية الحديثة وشرفتني إدارة الأزهر بالانتداب لتدريس مادة الفلك لطلاب تخصص القضاء الشرعي . وقد زادتني خبرة التدريس لهم دراية بكنوز المعرفة التي يحتويها القرآن ، فقد كان الطلبة دائماً يميلون إلى قياس ما أذكره لهم من النظريات الفلكية بنصوص القرآن ، وكنت أفسح لهم في هذا ما استطعت لأني كنت أدرك أن لتأييد القرآن لهذه الآراء العلمية البحتة أكبر الأثر في نفوسهم .

أدركت في أثناء ذلك من محاولتي تفهم الآيات القرآنية على ظاهر مدلول ألفاظها ، أنه ليس من بين المبادئ العلمية الفلكية ما يتنافى في قليل أو كثير مع ما جاء في القرآن ، وهذا هو ما أغراني بوضع هذا الكتاب على هذا النمط . فهو ليس بتفسير للقرآن لأني لست من رجال التفسير ، ولا هو التماس للبرهان العلمي بين نصوص القرآن لأن للعلم طرائقه الخاصة الطليقة من كل قيد ، وهو شرط ضروري لحياته وارتقائه ، وإنما هو بسط لبعض المبادئ العلمية مع الاستشهاد بالآيات القرآنية لسد بعض نواحي النقص في ثقافتنا العامة وإظهاراً لناحية من نواحي الاعجاز في القرآن .

والله ولي التوفيق .

عبد الحميد سماحة

الأرض[7]

الأرض كرة عظيمة ، يبلغ طول قطرها ٧٩٢٠ ميلاً ومحيطها ٢٤٨٨٠ ميلاً . إلا أنها ليست كاملة الاستدارة إذ ينقص قطرها الواصل بين قطبيها عن قطرها الاستوائي بمقدار ٢٨ ميلاً ، وفي ذلك يشير القرآن الكريم «أو لم يروا أنا نأتي الأرض ننقصها من أطرافها» وهي تدور حول نفسها مرة في كل يوم ، وفي نفس الوقت تسبح في الفضاء حول الشمس بسرعة كبيرة تقدر بثمانية عشر ميلاً ونصف في الثانية الواحدة ، فتتم دورة كاملة في زمن مقداره سنة . ومسارها حول الشمس دائري يبلغ طول نصف قطره ٩٣ مليون ميل . ومع أننا لا نشعر شعوراً مباشراً بهاتين الحركتين «وترى الجبال تحسبها جامدة . وهي تمر مر السحاب» إلا أننا نستطيع دائماً تحقيقهما وقياسهما بما ينشأ عنهما من حركات ظاهرية للأجسام النائية كالنجوم والشمس ، ومثلنا في ذلك مثل المسافر في القطار لا يكاد يحس حركته المكتسبة من وجوده في القطار المتحرك إلا بملاحظة حركة الأشجار وأعمدة التلغراف والقرى تجري أمام ناظريه متلاحقة بسرعة تساوي سرعة القطار ، ولكنها في الاتجاه المضاد لاتجاه سيره . وتطبيقاً على هذا المثال نجد أنه بسبب دوران الأرض حول نفسها من الغرب إلى الشرق ، تتحرك الأجرام السماوية كلها من الشرق إلى الغرب ، فتشرق الشمس والنجوم من تحت الأفق ، وترتفع في السماء رويداً حتى تبلغ أقصى

ارتفاعاتها عندما تعبر الخط الذي ينصف قبة السماء من الشمال إلى الجنوب ، ثم تنحدر غرباً إلى أن تغيب تحت الأفق وتختفي إلى أن تعود إلى الظهور من الشرق في اليوم التالي . وينشأ عن هذه الحركة أهم الظواهر الفلكية في حياة البشر وكل كائن حي على ظهر الأرض وهي ظاهرة الليل والنهار « وجعلنا الليل والنهار آيتين فمحونا آية الليل وجعلنا آية النهار مبصرة لتبتغوا فضلاً من ربكم ولتعلموا عدد السنين والحساب وكل شيء فصلناه تفصيلاً » « قل أرأيتم إن جعل الله عليكم الليل سرمداً إلى يوم القيامة ، من إله غير الله يأتيكم بضياء أفلا تسمعون ؟ قل أرأيتم إن جعل الله عليكم النهار سرمداً إلى يوم القيامة ، من إله غير الله يأتيكم بليل تسكنون فيه أفلا تبصرون ؟ ومن رحمته جعل لكم الليل والنهار لتسكنوا فيه ولتبتغوا من فضله ولعلكم تشكرون » .

وتستغرق الأرض في دورتها حول نفسها زمناً ثابت الطول يساوي مجموع طول الليل والنهار في أي وقت . ومع أن طول كل منهما على حدة يتغير على مدار السنة إلا أن مجموع طوليهما – وهو ما نسميه باليوم – ثابت . وقد وجد أن هناك تغيرات غير منتظمة في سرعة دوران الأرض حول محورها ، ينشأ عنها تغيرات في طول اليوم بالزيادة أو بالنقص ، إلا أن مجموع الزيادة أو النقص غير المنتظمين في أطوال الأيام أثناء سنة واحدة لا يتعدى ثانية أو بعبارة أخرى جزء من ثلاثة آلاف من الثانية في اليوم الواحد ، وهو مقدار طفيف جداً لا يمكن تحقيقه بأدق الساعات المعروفة . ومن هنا اعتبرت سرعة الأرض حول نفسها ثابتة ثبوتاً تاماً . واتخذت هذه الحركة الساعة الطبيعية العظمى التي لا يعادلها شيء آخر في دقتها ، واستخدمت لمعايرة الساعات بكافة

أنواعها في المراصد لمعرفة الأخطاء التي تتعرض لها بسبب تغير درجة الحرارة والضغط الجوي أو غير ذلك .

ومن الناحية الأخرى نجد أن لحركة الأرض اليومية هذه نتائج لها أهميتها ، فهي العامل الرئيسي في تكوين الحركات الدائرية في الهواء والمحيطات .

* * *

ويحيط بالأرض غلاف رقيق من الهواء ، يبلغ سمكه حوالي ١٢٠ ميلاً وتقل كثافته تدريجياً مع الارتفاع . فالهواء القريب من سطح الأرض يتكون من غاز الأزوت «٧٨ ٪» والأوكسجين «٢١ ٪» وغازات الأرجون وثاني أوكسيد الكربون والهيدروجين والهليوم وغيرها بنسبة «١ ٪» وتبقى هذه النسب ثابتة بفعل التيارات الرئيسية . وما تستهلكه الحياة الحيوانية من الأوكسجين ، يعوضه ما تفرزه النباتات التي تمتص ثاني أوكسيد الكربون وتفرز الأوكسجين في عملية التمثيل الضوئي . أما في الطبقات العليا فيتكون الهواء من الغازات الأخف وزناً كالهيدروجين والهليوم .

ويوجد على ارتفاع ٢٠ ميلاً طبقة من غاز الأوزون تمتص الأشعة ذات الموجة القصيرة في المنطقة التي فوق البنفسجي من أشعة الشمس . ولو كانت كثافة الهواء في جميع الطبقات تساوي كثافته عند سطح الأرض ، لبلغ سمك الغلاف الهوائي كله خمسة أميال .

وتقل درجة الحرارة كلما ارتفعنا عن مستوى سطح البحر ، لأن الأرض تشع الحرارة التي تمتصها من الشمس ، فيسخن الهواء الملامس لسطح الأرض ، ويتمدد فيخف وزنه ويندفع في الطبقات العليا وتهبط درجة حرارته . وثلاثة أرباع الوزن الكلي للهواء تقع في الطبقة القريبة من

سطح الأرض والتي لا يتجاوز سمكها سبعة أميال . وتتكون السحب عادة على ارتفاعات أقصاها ستة أميال .

ويحتوي الهواء عدا العناصر سالفة الذكر على بخار الماء الذي تختلف كميته باختلاف درجة الحرارة ، وهو عامل مهم من عوامل تغير الطقس . ومما يلاحظ أن كثافة بخار الماء أقل من كثافة الهواء الذي يبلغ وزن المتر المربع منه ١,٢٨ كيلوجرام عند درجة حرارة الصفر المئوي وضغط يعادل وزن ٧٥٠ ملليمتراً من الزئبق . ويلعب بخار الماء دوراً مهماً في حفظ التوازن بين ما تمتصه الأرض من حرارة أشعة الشمس وما تفقده بالتشعع من سطحها نحو الفضاء ، فيساهم في هذه العملية ، ويرد أشعة الشمس نحو الفضاء عندما يشتد القيظ نهاراً كما يرد إلى الأرض ما تشعه من الحرارة عند الليل . ولهذا نجد أن وجود السحب نهاراً يخفف من حدة الحرارة في الصيف ، ووجودها ليلاً أثناء الشتاء يخفف من حدة البرد . والهواء لا لون له ، وهو مرشح عظيم لمركبات الضوء التي تقع على أعيننا . وإلى هذه الخاصية تعزى ظاهرة الشفق بدرجته المختلفة وفتنته خصوصاً في مصر . ولو أننا صعدنا في السماء إلى ما فوق الغلاف الهوائي لرأينا الشمس كرة ساطعة الضوء فيه زرقة تشرق وتغيب في سماء حالكة الظلام .

* * *

أما باطن الأرض ، فليست لدينا الأدلة المباشرة على ماهيته . والمناجم التي حفرت لا تعدو أن تكون خدوشاً صغيرة في القشرة الأرضية . وقد ثبت لدينا أن درجة الحرارة تزيد إلى الداخل بمعدل درجة مئوية واحدة لكل مائة متر تقريباً . ولا شك أن باطن الأرض ساخن كما تدل عليه البراكين والينابيع الساخنة .

وتسجيل الزلازل والهزات الأرضية التي تقع بين آن وآخر في كثير من مراصد العالم ، يكفل لنا الوسيلة للتوسع في دراسة باطن الأرض ومعرفة ماهيته . وقد دلت الدراسات الطويلة للتسجيلات العديدة للزلازل على أن باطن الأرض يتكون من كرة ملتهبة مركزية يبلغ طول قطرها أربعة آلاف ميل تقريباً ، وكثافتها تعادل كثافة الحديد ، وأغلب الظن أنها تتكون من المعادن الثقيلة كالحديد والنيكل . ويعلو هذه الكرة طبقة من الصخور الثقيلة تبلغ كثافتها أربعة أمثال كثافة الماء ويعلو هذه الأخيرة طبقة من الصخور الأقل كثافة أهمها الجرانيت .

* * *

والأرض فيما عدا ذلك كوكب سيار تدور حول الشمس كما ذكرنا آنفاً ، فهي تابعة وليست متبوعة إلا من القمر . ولقد كان القدماء يحسبون أن الأرض مركز الكون ، وأنها ثابتة وأن جميع الأجرام السماوية تدور من حولها . ولو أنه من الثابت أن من بين علماء اليونان من زعم أن الأرض تدور حول نفسها مرة في كل يوم ، وتدور حول الشمس مرة في كل سنة ، فيترتب على ذلك ظاهرة الفصول الفلكية . غير أن أرسطو دحض هذا الزعم لافتقاره إلى الدليل العلمي ، وهو ما يترتب على دوران الأرض حول الشمس من تغير في الاتجاهات التي ترى فيها النجوم على السنة ، وفاته أن مثل هذا التغير طفيف إلى درجة أن وسائل الرصد عندهم لم تبلغ من الدقة حداً يمكن بواسطتها تحقيقه ، فبقيت هذه الحقيقة العلمية خافية حتى القرن السادس عشر للميلاد ، إذ نشر العالم البولندي كبرنيق رسالته العلمية التي يفسر بها حركة الكواكب السيارة على أساس جديد وهو دوران الأرض حول الشمس ، وشايعه بعد ذلك العالم الإيطالي جاليليو الذي ثارت في

وجهه الكنيسة ، إذ لم يرق في نظر رجالها حينذاك أن يكون للأرض هذا المركز الثانوي وهي مهد الإنسانية ومهبط روح الله عيسى عليه السلام ! !

وكذلك رفضت الجامعات الأوروبية بادئ الأمر هذا الزعم الجديد ، لما كان لأرسطو وتعاليمه من المنزلة التقليدية الرفيعة ثم لم تلبث أن هدأت العاصفة وثبت بالأدلة العلمية الصحيحة أن الأرض تدور فعلاً حول الشمس وتتم دورة كاملة في زمن مقداره سنة .

أما دوران الأرض حول نفسها مرة في اليوم ، فقد اتخذ دليلاً راجحاً عليه شروق الشمس والقمر والنجوم من المشرق ، وارتفاعها في الأفق حتى تعبر خط الزوال ، وانحدارها بعد ذلك إلى أن تغيب تحت الأفق كل يوم .

السماء [1]

السماء لغة هي كل ما علاك فأظلك ، ومنه قيل لسقف البيت سماء .
وفي علم الفلك هي فضاء شاسع لا حد لسعته أو لأبعاده ، يحتوي على الأجرام السماوية كلها ومن بينها الأرض . والذي يتأمل السماء يستطيع أن يتمثلها قبة عظيمة ، أو نصف كرة كبيرة يحتل راصد النجوم مركزها أينما كان . ذلك لأن الفضاء الذي يحيط بالأرض لا حد لأبعاده ، ومهما كان موقع الأرض في هذا الفضاء الكبير ، فإن من السهل أن نتصور أن الفضاء العظيم كرة عظيمة لا نهاية لها ومركزها الأرض ، وأن ما في الفضاء من أجرام مختلفة يقع على سطح هذه الكرة العظمى . أما الراصد فلا يرى من هذه الكرة إلا نصفها تقريباً وهو النصف الذي يحده المستوى المماس لسطح الأرض عند مكان الراصد . لذلك نجد أن سماء الراصد وما يقع فيها من أجرام تختلف باختلاف مكانه من سطح الأرض .

وتحتوي هذه السماء على نجوم يتعاقب مغيبها تحت الأفق ، وأخرى تشرق من ناحية الشرق دون انقطاع . في أي وقت إذن يختلف منظر السماء لراصدين في مكانين مختلفين من سطح الأرض كما يختلف منظر السماء مع مرور الزمن للراصد في مكان واحد .

وكما أن الكرة السماوية وما عليها من أجرام تبدو متحركة فوق رؤوسنا من الشرق إلى الغرب بسبب دوران الأرض حول نفسها في

الاتجاه المضاد . نجد أيضاً أنه بسبب دوران الأرض حول الشمس مرة في السنة ، تبدو الأخيرة كأنها تتحرك وسط النجوم . ولو أننا لا نستطيع أن نرى النجوم القريبة من الشمس أو التي تكون فوق الأفق أثناء النهار ، وهي تتغير على مرور الأيام أثناء السنة ، إلا إننا نشاهد أن ما نراه من النجوم في مكان ما من سطح الأرض في وقت ما من الليل ، يختلف عما نراه في نفس المكان وفي نفس الوقت بعد شهر من الزمان مثلاً .

هذا ومن وجهة النظر العامة ، السماء فضاء شاسع لا حد لسعته أو لأبعاده ، يحتوي الأجرام السماوية كلها ومن بينها الأرض .

مَقايِيسُ الزَمَن الفَلَكيّة

يسمي الفلكيون المستوى المار بمدار خط الاستواء ممتداً في الفضاء حتى يقطع الكرة السماوية دائرة المعدل . ولو أننا رصدنا مواقع الشمس أثناء السنة بين النجوم ، لوجدنا أن مسارها الظاهري الناشئ عن دوران الأرض حولها عبارة عن دائرة عظمى من سطح الكرة السماوية يسميها الفلكيون الدائرة الكسوفية . وهي تكون بميلها على دائرة المعدل زاوية معلومة قدرها ½٢٣ درجة . وينشأ عن هذه الحركة ظاهرة لا تقل خطراً في حياة البشر عن ظاهرة الليل والنهار ، ألا وهي ظاهرة الفصول الفلكية وما ينشأ عنها من تتابع المواسم المختلفة ، وتعاقب الدورات الزراعية وهبوب الرياح وهطول الأمطار وفيضان الأنهر .

والعامل الأكبر في وجود هذه الظاهرة ، هو ميل محور دوران الأرض حول نفسها على المدار الشمسي الظاهري إذ لو أن هذا المدار كان منطبقاً على دائرة المعدل ، لانعدمت تقريباً ظاهرة الفصول الفلكية ، ولتساوى الليل والنهار طولاً في جميع أرجاء الأرض طول السنة .

وقسم الفلكيون منذ أقدم العصور النجوم ، التي تنتقل بينها الشمس أثناء السنة ، إثني عشر مجموعة سموها البروج . وسموا كلاً منها باسم وهي : الحمل ، الثور ، الجوزاء ، السرطان ، الأسد ، السنبلة ، الميزان ، العقرب ، القوس ، الجدي ، الدلو ، والحوت . وإليها أشار

الله عز وجل في القرآن الكريم بقوله : «ولقد جعلنا في السماء بروجاً وزيناها للناظرين» .

وقد لمس الناس حاجتهم إلى قياس الفترات الزمانية ، ونسبة الحوادث المختلفة ، إلى أوقات معينة أو حوادث تاريخية ، منذ أقدم العصور ، فاتخذوا اليوم والشهر والسنة ، مقاييس رئيسية في حساب الزمن . وهي مقاييس فلكية ، تحددها ظواهر ذات أهمية خاصة في حياتهم . أما ما عداها من مقاييس الزمن ، فهي مقاييس اصطلاحية كالأسبوع وأجزاء اليوم . ويروى أن ملوك بابل كانوا يتجنبون الفصل في أمور الدولة في اليوم السابع والرابع عشر من كل شهر . وكذلك اليهود ، فقد كانوا لا يعملون في أيام السبت . ثم انتقلت فترة السبعة أيام إلى الكنيسة المسيحية ، وشاع استعمالها إلى وقتنا هذا . ولما أدرك الإنسان حاجته ، إلى قياس فترات زمانية صغيرة ، استخدم ظاهرة تحرك الشمس في السماء أثناء السنة ، فاستنبط المسلة والغومون لهذا الغرض ، وهي عبارة عن أعمدة رأسية يستنبطون بوساطتها الأوقات من اتجاهات ظلالها على سطح الأرض ، هذه الاتجاهات التي ذكرها القرآن تنويها بأهميتها إذ يقول «ألم تر إلى ربك كيف مد الظل ولو شاء لجعله ساكناً ثم جعلنا الشمس عليه دليلاً ثم قبضناه إلينا قبضاً يسيراً» . ولقد عرفت هذه الطريقة عند قدماء المصريين منذ حوالي القرن الخامس عشر قبل الميلاد . وعند الصينيين حوالي القرن الحادي عشر قبل الميلاد . ثم اخترعت المزاول الشمسية بأنواعها المختلفة والساعات المائية والرملية لنفس الغرض . وبدأت المحاولات الأولى لاختراع الساعات الميكانيكية في فجر القرن التاسع بعد الميلاد ، وهي من اختراع العرب ، وفي نهاية القرن السابع عشر ، بدئ باستعمال البندول

في صناعة الساعات ، وتقدمت هذه الصناعة منذ ذلك الحين .

وأول من استخدم السنة كوحدة أساسية من وحدات قياس الزمن في الشؤون المدنية هم قدماء المصريين . أما سنتهم فهي ما يسميه الفلكيون السنة النجمية ، وهي الفترة التي تتم الشمس فيها دورة كاملة بالنسبة للنجوم . وكانوا يعنون برصد شروق النجم اللامع المسمى الشعرى اليمانية قبيل شروق الشمس . ومن البديهي أن هذه الفترة ثابتة الطول لو قسناها بالفترة بين مرور الشمس مرتين متعاقبتين على أية نقطة من نقط مسار الشمس . ولقد اكتشف أن نقطتي تقاطع الدائرة الكسوفية مع دائرة المعدل [وهما اللتان يسميهما الفلكيون نقطتي الاعتدالين واللتان تكون الشمس في إحداهما يوم ٢١ مارس من كل عام وفي الأخرى يوم ٢٢ سبتمبر] ليستا ثابتتين تماماً ، بل إن الأولى تتحرك إلى ناحية الغرب حوالي خمسين ثانية قوسية في كل عام . ولهذا نجد أن الفترة الزمانية التي تمضي بين عبورين متتاليين في هذه النقطة ، أقصر من السنة النجمية بحوالي عشرين دقيقة زمنية . وهذه الفترة هي ما نسميه السنة الشمسية ، وهي التي نستعملها الآن كوحدة رئيسية من وحدات قياس الزمن في شؤوننا المدنية ، وذلك لارتباط تعاقب الفصول المختلفة بمواقع الشمس في السماء بالنسبة لنقطتي الاعتدالين . ومقدار هذه السنة ٣٦٥,٢٤٣٢ يوماً . وبالنظر لاحتوائها على كسر من اليوم ، استنبطت طريقة الكبس لتصبح ملائمة لعدد السنين المدنية . وكانت السنة عند قدماء المصريين اثني عشر شهراً ، كل منها ثلاثون يوماً يضاف إليها خمسة أيام تسمى النسيء . وأصلح الإمبراطور يوليوس قيصر نظام الكبيس سنة ٢٣ — ٢٢ قبل الميلاد ، بجعل أيام النسيء ستة بدلاً من خمسة في كل أربع سنين ، وهذا هو أساس التقويم المعروف

بالتقويم الاسكندري الذي لا يزال مستعملاً للآن في الكنيسة القبطية وفي الحبشة . ثم أصلح البابا جريجوري الثالث التقويم اليوليوسي بحذف بعض السنين الكبيسة ، ليجعل متوسط طول السنة المدنية ٣٦٥ ¼ يوم ، وهو يزيد على السنة الشمسية بمقدار ٠,٠٠٧٨ من اليوم وهذا الفرق البسيط يتكامل حتى يبلغ ما يزيد على ثلاثة أيام كل أربعمائة سنة . فاصطلح على حذف سني القرون من الكبيسة ما لم تكن أعدادها تقبل القسمة على اربعمائة . وأدخل هذا النظام في ممالك الكاثوليك في عام ١٥٨٢ وبعد ذلك في انجلترا عام ١٧٥٢ ، وهو أساس التقويم الميلادي المعروف .

وفيما عدا التقويم المصري ، كانت معظم التقاويم الاخرى المعاصرة قمرية . ولما كان طول الشهر القمري ٢٩,٥٣٠٦ يوماً نجد أن السنة الشمسية تحتوي على ١٢,٣٦٨٢٧ شهراً قمرياً . وقد استنبطت طرق مختلفة في الممالك المختلفة للكبيسة حتى تقع الشهور القمرية المختلفة في مواضع ثابتة على ممر السنين بالنسبة للفصول الفلكية ، ويعتمد عليها الفلاحون في معرفة المواسم الزراعية المختلفة . ففي اليونان مثلاً كانوا يكبسون السنة بشهر زائد عند اللزوم ، وفي بابل بتكرار الشهر الأخير ، وأحياناً بالشهر السادس ، وفي بعض الأحوال شهور أخرى . وفي التقويم الروماني كانت السنة عندهم ٤٥٥ يوماً بزيادة ٦٣ يوماً عن اثني عشر شهراً قمرياً . فكانوا يجعلون شهر الكبيسة سبعة وعشرين يوماً في سنة ، وثمانية وعشرين في سنة أخرى . واستنبطت إلى جانب هذا دورات تقويمية معقدة لا يتسع المقام هنا لشرحها ، ولم تزل معرفة نوع التقويم الذي كان مستعملاً عند العرب قبل الإسلام حتى حجة الوداع ، من المسائل المعقدة نظراً لاختلاف الرواية فيها اختلافاً بيناً .

ومن المحقق أن العرب كانوا ينسئون الشهور ، لكن طريقتهم في النسيء لم تزل مجهولة . وكانوا يحرمون الشهور الأربعة من زمان إبراهيم واسماعيل عليهما السلام . وقيل إنهم كانوا يجعلون بعض السنين ثلاثة عشر شهراً بسبب طول السنة الشمسية على القمرية ، حتى تقع رحلة الحج في موسم ملائم . وقيل إن رجلاً من بني كنانة كان يأتي كل عام في الموسم ليبين موعد الحج التالي ، وكانوا يسمونه القلمس ومعناها العلامة ، مما يدل على مكانته العظيمة فيهم . ويروى من مقالته في هذا الموضوع قوله : «أيها الناس إني لا أعاب ولا أحاب ولا مرد لما أقول ، إنا قد حرمنا المحرم وأخرنا صفر» .

ثم يجيء في العام التالي فيقول مثل مقاله ، ويقول «إنا قد حرمنا صفر وأخرنا المحرم » وفي هذا جاء قول الله « إنما النسيء زيادة في الكفر يضل به الذين كفروا يحلونه عاماً ويحرمونه عاماً ليواطئوا عدة ما حرم الله» ومن الرواة المتأخرين من أحسنوا الظن كثيراً بحالة العرب قبل الإسلام ، فقالوا إن العرب تعلموا الكبيسة من اليهود ، وأنهم كانوا يكبسون تسعة عشر سنة قمرية بسبعة شهور .

وعلى كل حال ، فليس أدل على فساد نظام الكبيسة الذي كان متبعاً حينئذ ، من دعوة الإسلام لنبذه والإقلاع عنه وجعل الشهر القمري وحدة أساسية من حساب الزمن عند المسلمين ، وذلك في قوله تعالى « يسألونك عن الأهلة قل هي مواقيت للناس والحج » وفي قوله أيضاً «إن عدة الشهور عند الله إثنا عشر شهراً في كتاب الله يوم خلق السموات والأرض ، منها أربعة حرم . ذلك الدين القيم فلا تظلموا فيهن انفسكم» .

وفي خلافة سيدنا عمر رضي الله عنه ، اعتبرت الهجرة النبوية إلى

المدينة المنورة مبدأ التاريخ الإسلامي . وابتدأت السنة العربية الهجرية بشهر محرم وعدد شهورها إثنا عشر . ويجعل علماء الهيئة الشهور الفردية كمحرم وربيع أول مكونة من ثلاثين يوماً ، والشهور الزوجية مثل صفر وربيع الآخر تسعة وعشرين يوماً ، أما شهر ذي الحجة فيكون تارة ٢٩ إذا كانت السنة بسيطة ، وتارة ثلاثين يوماً إذا كانت السنة كبيسة . ويبتدئ كل منهما بوقت اجتماع الشمس والقمر . ومع أن الحسابات الفلكية كافية لتحقيق أوائل الشهور ، إلا أنه لا بد لثبوت دخول الشهر ثبوتاً شرعياً من رؤية الهلال ، وهذا يستوجب ضرورة مكث القمر على الأفق بعد غروب الشمس . ومتوسط طول الشهر القمري هو ٢٩,٥٣٠٦ يوماً ، والسنة القمرية ٣٥٤,٣٦٧٠٧ يوماً . وهذا الكسر من اليوم ، يتكامل حتى يصير ١١,٠١٢٠٤ يوماً كل ثلاثين سنة فاتفق علماء الهيئة على أن يضيفوا يوماً إلى ذي الحجة كل سنتين أو ثلاثة ، فتكون السنين العربية مركبة تارة من ٣٥٤ يوماً وأخرى من ٣٥٥ ، ولأجل هذا جعلوا السنين ٢ ، ٥ ، ٧ ، ١٠ ، ١٣ ، ١٥ ، ١٨ ، ٢١ ، ٢٤ ، ٢٦ ، ٢٩ كبيسة ، وما عداها بسيطة في كل دورة من ثلاثين سنة منذ الهجرة .

الأجرَام السَّماويّة

نقصد بالأجرام السماوية كل ما في الفضاء من أجسام تشع الضوء بنفسها ، أو تعكس الضوء المتولد عن غيرها .

فالذي يتأمل السماء ليلاً ، يرى الكثير من هذه الأجرام تزين قبة السماء بنورها المتلألئ ، لا يكاد يختلف الواحدة منها عن الأخرى ، إلا في درجة لمعانها ، ويتوهم المتأمل ، فيظن أن ما يراه لا حصر له وهو وهم خاطئ ، فالراصد في أي نقطة من سطح الأرض ، لا يستطيع أن يرى بالعين المجردة في أي وقت أكثر من ثلاثة آلاف من هذه الأجرام السماوية ، وقد حصرها الفلكيون القدماء منذ القرن الثالث قبل الميلاد أمثال هباركس اليوناني وبطلميوس المصري . ومع قليل من التأمل ، يلاحظ الراصد أن مواقع النجوم في السماء بالنسبة لبعضها البعض يبقى ثابتاً لا ليلة بعد ليلة فحسب ، بل عاماً بعد عام . وقد عين هذان الفلكيان وغيرهما مواقع النجوم بدقة مدهشة . من أجل هذا أطلق القدماء عليها النجوم الثابتة . والواقع أنها ليست كذلك ، ولكن حركاتها الذاتية ليست مما يمكن إدراكه بالعين المجردة أو بالوسائل العادية أو في زمن محدود نظراً لأبعادها الشاسعة في أعماق الفضاء .

ويزيد عدد ما يرى من النجوم اطراداً مع ازدياد قوة المنظار ، ومع ذلك فعدد النجوم كلها ، ولو أنه يقدر بالملايين ، إلا أنه محدود .

ولقد قسم الفلكيون من قديم الزمن ، النجوم التي ترى على سطح

الكرة السماوية إلى مجموعات لكي يتيسر حصرها والتعرف عليها بسهولة ، وسموا هذه المجموعات بأسماء مختلفة لإنسان أو حيوان ، وسموا كل نجم باسم العضو الذي يقع عليه من الصورة . ومن الصعب معرفة تاريخ تسمية الصور بأسمائها المعروفة الآن ، ولو أن بعضها يرجع في تسميته إلى ما قبل الميلاد بنحو ألف سنة . فبعضها يحتفظ بأسماء أساطير اليونان ، وبعضها يحتفظ بأسماء عربية لا تزال مستعملة حتى في اللغات الأوروبية . وهذه المجموعات من النجوم المسماة عادة بالكوكبات ، لا تدل في شكلها الظاهر على صور الأشياء المسماة باسمها ، اللهم إلا في مخيله أول من سموها بها ، فالسبعة نجوم الرئيسية من كوكبة الدب الأكبر مثلاً يمكننا مع قليل من العناء أن نكون منها صورة لحيوان آخر كالأسد أو الكلب .

والنجوم شموس ، منها ما هو أكبر من شمسنا وزناً وحجماً وأشد حرارة ، ومنها ما هو أصغر . فشمسنا نجم متوسط . ونحن إنما نرى النجوم صغيرة لنفس السبب الذي من أجله نرى الشمس نفسها صغيرة– إذ يجب ألا ننسى أن قطر الشمس يعادل مائة مرة قطر الأرض – فالنجوم إذن ، تبدو أصغر من الشمس لأنها تتناهى في البعد عنها .

الكَواكِبُ السَّيّارَة

من بين هذه الآلاف من الأجرام السماوية التي ترى فوق أديم السماء ، عرف القدماء خمسة تختلف عما عداها . فهي إلى جانب أنها لا تتلألأ بالضوء كبقية الأجرام ، فإنه بالملاحظة الدقيقة وجد أن مواقعها في السماء بالنسبة لبقية الأجرام السماوية ليست ثابتة ، فهي تتحرك في مسارات لولبية غريبة إذ تتقدم وسط النجوم حيناً ثم تبطئ في سيرها حيناً ثم تتحرك في الاتجاه المضاد حيناً آخر وهكذا ....

عرف القدماء من هذه الأجرام خمسة هي عطارد ، والزهرة ، والمريخ والمشتري وزحل وسموها الكواكب السيارة .

واعتبروا الشمس والقمر أيضاً من الكواكب السيارة ، لاتحادهما في هذه الصفة الرئيسية المميزة لها ، وهي التحرك وسط النجوم الثابتة . فكان المجموع الكلي سبعة ، وهو العدد التام في فلسفة فيثاغورس الرياضية .

ولقد وضعت فروض كثيرة لتفسير حركة الكواكب السيارة هذه على أساس أن الأرض مركز الكون وأنها ثابتة . ولما سقطت نظرية مركزية الأرض في أوائل القرن السابع عشر للميلاد ، ثبت أن هذه الحركة ناشئة عن دوران الأرض والكواكب السيارة الخمسة السالفة الذكر حول الشمس لا حول الأرض ..

واكتشف من بعد ذلك ثلاثة أجرام أخرى هي أورانوس ونبتون وبلوتو ، وجد أنها من الكواكب السيارة ، وهذه الثلاثة لا ترى إلا بالمنظار .

ولقد أسقط كل من الشمس والقمر من عداد الكواكب السيارة .. واعتبرت الأرض واحدة منها ، وهكذا أصبح عددها تسعة تسبح في الفضاء حول الشمس في مسارات شبه دائرية تامة ..

وهي بحسب قربها من الشمس كما يأتي :

عطارد ، الزهرة ، الأرض ، المريخ ، المشتري ، زحل ، أورانوس ، نبتون ، بلوتو .

ويبلغ نصف قطر مدار عطارد حول الشمس ٠,٤ من مدار الأرض . أما مدار بلوتو ، فيبلغ نصف قطره ٤٠ مرة مدار الأرض . وتختلف أحجامها اختلافاً عظيماً ، فأكبرها حجماً يقع في الوسط . وتتناقص الأحجام اطراداً نحو الطرفين . ولو أردنا أن نضع نموذجاً يمثل هذه المجموعة ، وجب أن نمثل الشمس بجسم صغير لا يعدو حجم الحمصة ، يمثل المركز في ميدان فسيح كميدان الأوبرا بالقاهرة ، تدور حولها الكواكب السيارة كحبات الرمل في مدارات واسعة . ولا يكاد يتسع ميدان كبير كهذا لأكبر من مدار بلوتو .

والجدول الآتي يبين مدارات السيارات المختلفة ، وأقطارها ومدة دورانها حول الشمس وعدد أقمار كل منها :

الكوكب السيار	نصف قطر مداره حول الشمس باعتبار نصف قطر مدار الأرض وحدة طولية	مدة دورته حول الشمس	قطره بالميل	عدد أقماره
عطارد	٠,٣٩	٨٨ يوماً	٣٠٠٠	–
الزهرة	٠,٧٢	٢٢٥ يوماً	٧٦٠٠	–
الأرض	١,٠٠	١ سنة	٧٩٠٠	١
المريخ	١,٥٢	١,٨٨ سنة	٤٢٠٠	٢
المشتري	٥,٢٠	١١,٩ سنة	٨٨٧٠٠	٩
زحل	٩,٥٤	٢٩,٥ سنة	٧٥١٠٠	٩
أورانوس	١٩,١٩	٨٤,٠ سنة	٣٠٩٠٠	٤
نبتون	٣٠,٠٧	١٦٤,٨ سنة	٣٣٠٠٠	١
بلوتو	٤٠,٠٠	٢٥٠,٠ سنة	٣٦٠٠	–

ولمعظم هذه الأجرام التسعة قمر أو أكثر ، يدور حولها كما يدور قمرنا حول الأرض .

والكواكب السيارة لا تشع الضوء ولا الحرارة كالنجوم ، وإنما نراها بضوء الشمس المنعكس عن سطوحها ، كما يضيء الحائط ضوء الشمس أو المصباح الكهربائي . ولو كان بها أناس يسكنونها لرأوا أرضنا مضيئة بكيفية مماثلة للتي نرى بها هذه الأجسام .

وقد اكتشف في فجر القرن التاسع عشر ، عدد كبير من كويكبات بلغ عددها في نهاية سنة ١٩٢٦ ألفين تقريباً تقع بين مداري المريخ والمشتري ، لا يزيد قطر أكبرها المسمى سيرس على ٤٨٠ ميلاً أو

ما يعادل خمس قطر عطارد . ولا نعرف للآن كيف تكون هذا السرب الكبير من هذه الأجرام الصغيرة .

فهناك من يقولون بأنه نتيجة تفتت أحد الكواكب السيارة فيما مضى من الأزمان . وآخرون يزعمون بأنه بقايا المادة التي تكونت منها الكواكب السيارة ، وليس ثمة أسانيد علمية لإثبات أحد الفرضين أو دحضهما . ويطلق على هذه المجموعة اسم النجيمات .

* * *

والآن نفصل القول قليلاً عن الكواكب السيارة ..

أما عطارد : فصغير الحجم ، ولهذا السبب لا تحيط به طبقة هوائية ، ونظراً لقربه من الشمس فلا يرى إلا نادراً . ويرى في المنظار كهلال عندما يكون قريباً من الشمس . وتبلغ درجة الحرارة على السطح المواجه للشمس حداً عالياً يوازي درجة ذوبان الزنك أي حوالي ٤١٩ درجة . وتبلغ درجة البرودة على النصف الآخر حداً كبيراً . وتبلغ مدة دورته حول نفسه ٨٨ يوماً وهي نفس مدة دورته حول الشمس .

وأما الزهرة : فهي أشبه الكواكب السيارة بالأرض من حيث الحجم والوزن وكثافة المادة ، وترى في المنظار كهلال يكبر كلما ابتعدت عن الأرض . وعندما تبلغ درجة لمعانها أقصى حد ، تصبح ألمع من أي كوكب سيار أو نجم آخر ، حتى لا ترى في أثناء النهار . ويحيط بها طبقة هوائية ذات سحب كثيفة توجد فوقها وتحتها ثاني أوكسيد الكربون بوفرة مدهشة . وتبلغ كمية الغاز في جو الزهرة آلاف آلاف ما يوجد منه في جو أرضنا . وليست هناك أدلة إيجابية على وجود بخار الماء أو الأوكسجين فيها ، ومن المرجح أن يوم الزهرة أي مدة

دورتها حول نفسها ، حوالي اسبوعين أو ثلاثة . أما مدة دورتها حول الشمس فهي ٢٥٥ يوماً .

وأما المريخ : فهو أصغر حجماً ووزناً من أرضنا ، ولذا فمن المرجح عدم وجود غلاف هوائي حوله . ولونه برتقالي جميل ، ويرى على سطحه بواسطة المنظار علامات حول قطبيه ، تشبه قلنسوة بيضاء يزيد حجمها أو ينقص مع تعاقب الفصول . وقد فسر بعض الفلكيين في بعض الأوقات هذه العلامات التي ترى على سطح المريخ ، بأنها من الآثار التي يمكن نسبتها إلى كائنات تعقل ، غير أن الأرصاد الدقيقة لم تثبت ذلك ، ولو أن التغيرات الفصولية على القلنسوة البيضاء من الثلج حول القطبين تدل على ذوبان جزء منها أثناء شهور صيف المريخ ، مع احتمال نمو أعشاب نضرة يعين عليها تدفق مياه الجمد المنصهر .

وأما المشتري : وهو أكبر الكواكب السيارة ، ويبلغ طول قطره أحد عشر مرة قطر الأرض . ووزنه قدر وزنها ٣١٧ مرة أو ما يزيد على ضعف وزن السيارات الثمانية مجتمعة . وسطحه شديد البرودة إذ تقدر درجة الحرارة عليه بما يوازي ١٣٠ درجة تحت الصفر المئوي . وهذه البرودة لا تؤدي إلى تجمد الماء فحسب ، بل إن أكثر الغازات شيوعاً كغازات جونا تستحيل فيها إلى سوائل . ومع ذلك فقد دلت الأرصاد على أن هذا السيار ليس خالياً تماماً من النشاط ، إذ نشاهد علامات تظهر في جوه وتبقى زمناً ثم تختفي ، كما هو الحال في سحب المطر التي في جو الأرض . ولهذا فالسحب التي في جو المشتري لا بد وأن تكون مكونة من ثاني أوكسيد الكربون أو من غاز آخر يتكاثف عند درجات في غاية الانخفاض ، وقد راقب الفلكيون حركة أقمار المشتري منذ اكتشافها وحسبوا أوقات عبورها فوقه وكسوفها خلفه . فسرعان

ما لاحظوا أن المشتري عندما يكون في الاستقبال «أي عندما يكون أقرب ما يكون إلى الأرض» يحدث كسوف أقماره قبيل الأوقات المبينة بالحساب ، وعندما يكون المشتري أبعد ما يكون عن الأرض ، يحدث الكسوف بعد الأوقات المحددة بالحساب . وقد كانت هذه سبباً في الوصول إلى اكتشاف من أهم الاكتشافات العلمية ، وقد عللها العالم الهولندي «رومر» عام ١٦٧٥ بأن للضوء سرعة محدودة . واستنبط مقدارها من هذه الأرصاد . ومن البديهي أنه لو كانت سرعة الضوء غير محدودة ، فإن كسوف أحد أقمار المشتري يراه الراصد في نفس اللحظة التي يحدث فيها ، بصرف النظر عن المسافة التي بين المشتري والأرض . وليس هناك شك في أن المشتري تحيط به طبقة كثيفة من الهواء ، ومن المرجح أنه مكون من قلب صخري يحيط به طبقة من الثلج سمكها آلاف من الأميال . ومدة دوران المشتري حول نفسه عند المناطق الاستوائية فيه تسع ساعات وخمسون دقيقة .

أما زحل : فهو أجمل السيارات ، وهو فريد في شكله من حيث أنه تحيط به تلك الحلقات الرائعة المنظر . وهو ثاني الكواكب السيارة من حيث الحجم . ومدة دورته حول نفسه عند دائرته الاستوائية عشر ساعات وربع .

وحلقات زحل ، ليست إلا عدداً لا نهاية له من سيارات صغيرة أضأل من التي نسميها توابعه ، تدور من حوله في اتجاه واحد ، أبطؤها في السرعة أبعدها عن المركز . وهناك ما يدعو إلى الظن أن هذه الأقمار الصغيرة ، قطع من جسم كان قمراً عادياً من أقمار زحل تفتت بدخوله ما يسمونه منطقة خطر زحل . وسنتكلم عن ذلك في مناسبة أخرى .

وقد لاحظ « كاسيني» عام ١٦٧٥ أن حلقات زحل ليست متصلة ،

بل إنها مكونة من حلقتين يفصلهما قسم مظلم سمي قسم كاسيني . وفي النصف الأول من القرن الماضي ، اكتشف «أنك» في الحلقة الخارجية قسماً مظلماً آخر سمي باسمه . وقد ثبت في عام ١٩١٧ أن هذه الأقسام خالية من المادة خلواً ، إن لم يكن تاماً فهو قريب منه .

والسيارات السالفة الذكر ، كانت جميعها معروفة للقدماء . وهي ترى بالعين المجردة ، وفي عام ١٧٨١ اكتشف السير وليم هرشل في منظاره جسماً غريباً وصفه بأنه (نجم سديمي غريب أو مذنب) ولكن الأرصاد العديدة التي أخذت عليه بعد ذلك ، أثبتت أن هذا الجسم الغريب ما هو إلا سيار سابع سماه الفلكيون « أورانوس » . وكانت هناك أرصاد كثيرة مأخوذة لهذا السيار ، تمكن منها الرياضيون من حساب مداره . غير أنه لوحظ على مر السنين ، أن حركة أورانوس لا تتفق تماماً مع ما هو مفروض رياضياً لها من مواقع الأرصاد السالفة الذكر وعلى أساس قانون الجاذبية العام . ومع أن الاختلاف كان يسيراً ، إلا أنه لم يكن هناك ما يبرره إلا بافتراض وجود كوكب سيار آخر يؤثر في أورانوس بالجذب ، ويثنيه عن مداره المحسوب . وقد تمكن اثنان من نوابغ الرياضيين هما آدمز الإنجليزي ، ولافرييه الفرنسي عام ١٨٤٥ من حساب مواقع هذا الكوكب المزعوم . وبالفعل تمكن الفلكيون من اكتشافه في الموقع الذي أشار إليه هذان الرياضيان وسمي نبتون .

وبطريقة مماثلة ، اكتشف « لويل » الكوكب السيار التاسع «بلوتو» .

* * *

إلى جانب ما أسلفناه عن أعضاء الأسرة الشمسية ، توجد المذنبات والشهب .

أما الأولى ، فتشبه السيارات في أنها تدور حول الشمس ، غير أن

مداراتها متطاولة جداً ، ولهذا يكون المذنب أحياناً في أعماق الفضاء السحيقة فلا نراه ، وفي وقت آخر نجده قريباً من الشمس ، ومن مدار الأرض فنراه بوضوح كاف . وهي تسترعي من اهتمام الناس ، ما لا يتناسب مطلقاً مع أهميتها الحقيقية . وقد تتمزق المذنبات عند دخولها منطقة الخطر حول الشمس أو حول كوكب سيار كبير كالمشتري ، فيتكون من أجسامها الممزقة أسراب من أجسام صغيرة ، تسبح في الفضاء حول الشمس ، يتراوح وزن الواحدة بين أوقيات قليلة إلى أطنان عديدة . وعندما تقترب الأرض من مدار إحدى هذه المجموعات تجذبها نحوها فتهوي نحو الأرض بسرعة كبيرة ، فيتولد من احتكاكها بالغلاف الهوائي الذي حول الأرض ، الحرارة الكافية لصهر مادتها واشتعالها ؛ فيذهب العدد الأكبر منها هباء في الجو ، ولا يصيب الأرض منها إلا قليل مما يرى في المتاحف العلمية . وهذه هي الشهب . ويقدر عدد ما يدخل الطبقة الهوائية منها يومياً بالملايين . ويتراوح ما يراه الراصد الواحد من نقطة ما في الساعة الواحدة بين ستة شهب وستين. وهي ترى في الليالي غير القمرية بنسبة أكبر ، لأن ضوء القمر يحجب رؤية الكثير منها . وقد دل التحليل الكيماوي لما وصل من بقاياها إلى الأرض ، على أن المواد الرئيسية فيها مكونة من الحجر الجيري والمنجنيز والحجر السليسي مختلطة بحبيبات الحديد . وقليل منها يحتوي على الحديد النقي متحداً مع النيكل بنسبة قليلة . وعلى العموم ، فليس من بين العناصر المكونة لها عنصر غير معروف على الأرض .

والكبير من هذه المذنبات ، يتكون من رأس سحابي الشكل ، ونواة لامعة كالنجم ، تكون المادة فيها أكثر تركيزاً ، وذنب طويل قد يبلغ طوله ملايين الأميال كمذنب هالي الشهير .

هذه المجموعة المكونة من الشمس والكواكب السيارة التسعة «ومن بينها الأرض» وقمارها والنجيمات والمذنبات والشهب ، تكون وحدة فلكية يطلق عليها النظام الشمسي ، تربطها صلة القربى الحقيقية ، وتهيمن على حركاتها الدائبة ، تلك الخاصية التي أودعها الله في المادة في جميع أشكالها ، والتي اكتشفها العالم الإنجليزي « نيوتن » وصاغها في القانون الطبيعي المشهور المسمى « قانون الجاذبية العام » .

قانون الجاذبيّة العام

كلنا يعرف أن الأجسام القريبة من الأرض ، تسقط عليها بما نسميه قوة الجاذبية . فإذا حاولنا أن نقذف كرة رأسياً إلى أعلى ، لا تلبث بعد قليل حتى تعود إلى الأرض بفعل الجاذبية . وإذا قذفنا الكرة في اتجاه مائل عن الرأسي ، فهي ترسم مساراً منحنياً ثم تعود ثانية إلى الأرض ، على بعد من النقطة التي قذفت منها . ويتوقف طول هذا البعد ، على قوة قذفها وزاوية اتجاهها ويعزى ذلك أيضاً إلى قوة الجاذبية .

ويتحرك القمر حول الأرض ، بسرعة تقدر بحوالي ألفين وثلاثمائة ميل في الساعة . وينحني مساره باستمرار نحو الأرض ، كما هو الحال في المثال الأخير من الأمثلة السابقة ، ولكن دون أن يسقط على الأرض . ولولا هذا الانحناء المستمر نحو الأرض لبعد القمر في الفضاء ولانتهى به سفر سنة واحدة إلى مكان سحيق في الفضاء ، يبعد عن الأرض بنحو عشرين مليون ميل ، بدلاً من بعده الثابت تقريباً وقدره مائتين وأربعين ألف ميل .

ولقد عزا السير إسحاق نيوتن ، هذا الانحناء المستمر في مسار القمر نحو الأرض ، إلى التجاذب المتبادل بينهما . ذلك التجاذب الذي هو شبيه في نوعه بسقوط الأجسام نحو الأرض في الأمثلة السابقة ، وإن اختلف في مظهره . وقاده تفكيره السليم إلى اكتشاف أن هذا التجاذب من خاصية الأجسام كلها ، مهما كان تركيبها الكيمائي أو الطبيعي ،

وأنه موجود بالفعل بين جميع الأجسام ، ولو أننا في كثير من الأحيان لا نكاد ندرك أثره .

ولو أننا فكرنا قليلاً في سر بقائنا على الأرض ، في أي نقطة منها ، وفي أولئك الذين يعيشون في نصف الكرة الجنوبي ، والذين عندما نتذكر أن الأرض كروية الشكل ، لكدنا نشفق - لأول وهلة - أن يسقطوا منها في محيط الفضاء الأعظم ، لولا ما أودعه الله فيهم وفي الأرض من قوة الجاذبية التي تحول في كل وقت دون أن يفلتوا من قبضتها الخالدة .

ولولا هذه القوة لتشتتت جزيئات الغلاف الهوائي المحيط بالأرض في الفضاء ، ولاستحالت الحياة على سطحها . فقد تبلغ سرعة جزيئات الهواء مئات الأمتار في الثانية ، غير أن قبضة جاذبية الأرض أقوى من أن تتيح لها الانتشار في الفضاء . ويقدر الرياضيون أن أي جسم ، يستطيع أن يتخلص من قبضة الجاذبية على سطح الأرض ، إذا انطلق بسرعة لا تقل عن سبعة أميال في الثانية .

ولقد وجد نيوتن أن قوة الجاذبية لجسم ما ، تزداد اطراداً بازدياد كتلته . ولما كانت الأرض من الضخامة بحيث يحقر بجانبها كل شيء آخر مما نلقاه في حياتنا العادية ، لم تدرك أثر الجاذبية فيما عداها من الأجسام ، وحسبنا دائماً أن قوة الجاذبية من خصائص الأرض وحدها ، دون غيرها . ومع ذلك ، فقد أمكن عمل التجربة للتثبت من أن الجاذبية من خواص الأجسام كلها صغيرها وكبيرها ، مهما كان تركيبها الطبيعي أو الكيمائي . ولو أننا لا نكاد نلمس أثرها للأجسام الصغيرة لضآلة مقدارها .

فلو أننا وضعنا في كفتي ميزان ثقلين « ا ، ب » متعادلين تماماً ، ثم

وضعنا تحت أحدهما كتلة ثقيلة من الرصاص « جـ » لوجدنا أن قلب الميزان يميل نحوها ، مما يدل على التجاذب بين أحد الثقلين ، وليكن الثقل «ا» وهذا الثقل الكبير « جـ » نشأ عنه رجحان الثقل «ا» في كفة الميزان بعد تعادله مع الثقل «ب» . ويمكن قياس مقدار هذا التجاذب بين الثقلين « ا ، جـ » ، بمعادلة الثقلين « ا ، ب» ، مرة أخرى بوضع أثقال أخرى في الكفة «ب» حتى تتعادل الكفتان ، ولو أننا وضعنا بدلاً من الثقل «جـ» ، جسماً آخر أكبر منه كتلة لوجدنا أن مقدار الجاذبية بينه وبين «ا» ، كما تدل عليه الأثقال الإضافية لمعادلة كفتي الميزان ، قد زاد مما يدل على أن التجاذب يزداد بازدياد إحدى الكتلتين وبديهياً بازدياد كتلتيهما .

وجد نيوتن أيضاً ، أن قوة التجاذب تقل اطراداً مع مربع المسافة بينهما ، فلو فرضنا أن جسمين المسافة بين مركزي ثقليهما ، تساوي سنتيمتراً ، وأن قوة التجاذب بينهما ، تساوي ٣٦ وحدة من وحدات القوة مثلاً ، فإنه عندما تكون المسافة بينهما ٢ سنتيمتر بدلاً من سنتيمتر واحد ، فإن قوة التجاذب بينهما تصبح ٩ وحدات بدلاً من ٣٦ ، أي الربع وعندما تصير المسافة بينهما ٣ سنتيمتر ، فإن قوة التجاذب بينهما تصير ٤ وحدات وهكذا .

ولما كانت المسافة بيننا وبين مركز الأرض وهو مركز الثقل في نقطة ما من سطحها واحدة ، نجد أن التجاذب المتبادل بيننا وبين الأرض ، يختلف باختلاف كمية الكتلة في كل منا وهو ما نعبر عنه بأوزانها .

ولهذا السبب عينه نجد أنه لما كانت الأرض غير كاملة التكور ، وأن قطرها الواصل بين قطبيها أصغر من قطرها الاستوائي ، فقوة

التجاذب بين جسم معين والأرض ، وهي ما نسميه وزنه ، يكون أكبر عند أحد القطبين منه عند أي نقطة من محيط خط الاستواء .

والجذب الذي تجذب به الأرض في مكان ما طناً من الرصاص ، يساوي الجذب الذي تجذب به الأرض طناً من الماء ، أو طناً من القش ، وهذه هي الحقيقة العلمية ، التي تقوم عليها شؤون التجارة بين الناس .

وإذا عرفنا هذا ، نستطيع أن نحسب ماذا يجب أن تكون عليه كتلة المادة في الأرض ، لكي تحدث ما تحدث من جذب لطن من الرصاص ، أو لكرة صغيرة قذفت فانحنى مسارها ، إلى أن سقطت إلى الأرض ثانية ، أو للقمر في دورانه الدائب حول الأرض ، وبهذه الطرق أمكن استنباط وزن الأرض ، ويقدر بحوالي : ٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ طن .

ومن معرفتنا لحركة جسمين متجاذبين ، كالقمر والأرض ، أو الأرض والشمس ، يمكن تحقيق قوة التجاذب العظيم بينهما ، والتي يترتب عليها هذه الحركة الدائبة ، ومن معرفة وزن الأرض يمكن استنباط وزن الشمس . والتقديرات الحديثة تثبت أن وزن الشمس يعادل أكثر من ثلاثمائة ألف مرة وزن الأرض . ومن أجل ذلك ، كانت قوة جذبها عظيمة حتى على أبعد السيارات والمذنبات التي تدور حولها في مدارات دائرية . فهذا الدوران للسيارات كلها والمذنبات هو نتيجة التجاذب المتبادل بينها وبين الشمس . كما أن سقوط الأجسام إلى الأرض دليل التجاذب بينها وبين الأرض سواء بسواء . ولولا هذه القبضة القوية للشمس على السيارات والمذنبات لانطلقت هذه في الفضاء دون عودة . ولما كان هذا الدوران غير المتقطع لها حول الشمس . وربما كان أقوى البراهين الإيجابية على صحة قانون

الجاذبية اكتشاف السيارين نبتون وبلوتو ، فقد كان أساس حساب مواقعها في الفضاء السماوي هذا القانون الطبيعي .

ولقد أبان العالم الشهير أينشتين ، أن الوضع الرياضي الذي صاغ به نيوتن قانونه ، ليس غاية في الدقة وأن طبيعة الجذب ليست قوة ميكانيكية كقوة شد القاطرة للقطار . غير أن الفرق بين نيوتن وأينشتين لا أهمية له فيما نحن الآن بصدده .

وكما أننا نستطيع حساب وزن الأرض من دراسة جذبها للقمر كذلك يمكننا أن نحسب وزن الشمس من جذبها للأرض أو أي سيار آخر . ويتبين من ذلك أن وزن الشمس قدر وزن الأرض ٣٣٢ ألف مرة . ولهذا كانت قوة جذبها عظيمة بحيث تهيمن هذه القوة الجبارة على حركات كل أفراد أسرتها المترامية الأطراف من سيارات ومذنبات وشهب ، وفي الوقت نفسه يتجاذب هؤلاء فيما بينهم تجاذبهم الصغير . وكثيراً ما ينثني نجيم أو مذنب أثناء إتمامهما مسارهما بفعل جاذبية كوكب سيار كالمشتري لاقترابهما منه .

وكذلك يذهب بعضهم ، إلى أن قمري المشتري المتطرفين ليسا قمرين بالفعل ، وإنما هما من النجيمات ، وقعا في نطاق جذبه القوي ، واستمرا يدوران حوله منذ ذلك الحين . ويؤيد هذا الزعم أنهما لا يدوران حول منطقته الاستوائية كبقية الأقمار .

هذا عن أسرة الشمس ... وسيلتنا في تحقيق أوزانها ، دراسة حركة الواحد منها حول الآخر . أما النجوم البعيدة ، فلن نستطيع أن نرى لها سيارات أو مذنبات تدور حولها ، حتى ولو كان لها وجود حقيقي . غير أننا نرى منها مجموعات تظل متقاربة متجاورة في الفضاء ، ولنا أن نحدس أن قوة الجاذبية هي التي تربط بعضها البعض شأن الأسرة

الشمسية . وأبسط نوع من هذه المجموعات ما يسمونه المجموعات الثنائية . وتتركب الواحدة منها من نجمين يدور كل منهما حول الآخر كما لو كانا متماسكين بقوة الجذب ، كما هو الحال بين القمر والأرض ، أو الشمس والأرض . ويمكننا برصد حركتيهما ، حساب التجاذب بينهما التي تحول دون انفصالهما ، وبالتالي حساب أوزان البعض من النجوم .

وتدل النتائج على أن شمسنا نجم متوسط من حيث الوزن ، أو فوق المتوسط بقليل ، وأن النجوم ولو أنها تتفاوت من حيث أوزانها ، غير أن التفاوت قليل ، ومع ذلك فهناك حالات شاذة ولكنها قليلة .

القمر

القمر أقرب جيراننا في الفضاء السماوي . ومع أنه يبدو لنا أكبر الأجرام السماوية بعد الشمس ، إلا أنه في الحقيقة من أصغرها ، وإنما نشأ ذلك لقربه منا ، فقطره لا يتجاوز ٢١٦٠ ميلاً أو ما يعادل ربع قطر الأرض تقريباً . ولا يزيد حجمه عن جزء من خمسين جزء من حجم الأرض .

ومن السهل تعيين بعده عن الأرض ، بطريقة تشبه طرق المساحة العادية . وذلك برصده من مرصدين المسافة بينهما أكبر ما يمكن ، كمرصدي جرينتش ومدينة الرأس . وقياس موقعه عندهما بالنسبة للنجوم الثابتة في وقت معين يتفق عليه . وقد وجد أن هذه المسافة حوالي ٢٤٠ ألف ميل .

وكثافة القمر أقل من كثافة الأرض ، وتقدر بحوالي ثلاثة أمثال كثافة الماء أو ما يعادل كثافة أحجار الجرانيت والصخور السطحية للأرض . وتبلغ الجاذبية على سطحه سدس مقدارها على سطح الأرض . ولهذا نجد أن ما يزن على الأرض طن مثلاً ، يزن هو نفسه سدس طن على سطح القمر . ومن أجل هذا السبب أيضاً نجد أن القمر ليس حوله غلاف هوائي . ولذا فهو عالم ميت لا حياة فيه . ولا يوجد على سطحه ما يدل على وجود الحياة من أي نوع ، وقد انتشرت على الجزء الأكبر منه مرتفعات تشبه حافات فوهات البراكين الخامدة ، وهو ما

يرجح أن تكونه بالفعل . وعليه ثلاثة جبال عظيمة لم تنل منها عوامل التعرية ما نالته من قمم جبال أرضنا على مر السنين الطويلة . فأشعة الشمس الساقطة على سطح القمر ، تجعل لهذه الجبال ظلالاً مسننة على ما تحتها من صحارى . ولقد سميت هذه الجبال والصحارى بأسماء مختلفة معظمها لمشاهير الفلكيين تخليداً لذكراهم واعترافاً بفضلهم .

ولما كان القمر يواجه الأرض دائماً بوجه واحد ، ويدور حولها مرة في كل شهر استنتجنا من ذلك ، أنه يدور حول نفسه مرة كل شهر . وعلى ذلك فكل نقطة من سطحه ، تظل تتلظى بحرارة الشمس أسبوعين كاملين فتسخن حتى تقرب من ٩٤ درجة مئوية . فلو فرض أن كان للقمر في وقت ما غلاف هوائي كالذي يحيط بأرضنا ، لبلغت انطلاقات جزيئاته عند تلك الدرجة العالية من الحرارة حداً يتجاوز بكثير سرعة الانفلات من قبضة جاذبيته . وتقدر هذه السرعة بميل ونصف في الثانية . وقد قورن ضوء القمر الذي هو انعكاس ضوء الشمس على سطحه ، إلى ضوء الشمس منعكساً على أنواع مختلفة من التربة والطين والطباشير والحجارة ، فوجد أنه يكاد يشبه تماماً ضوء الشمس المنعكس من الرماد البركاني ، مما جعل الكثير من الفلكيين يرجحون أن يكون سطح القمر مكوناً من الرماد البركاني . ويعزز هذا الرأي شكل السطح الذي يشبه مجموعة كبيرة من البراكين الخامدة كالتي نراها على سطح الأرض .

ومن المعروف ، أن الرماد البركاني موصل رديء للحرارة ، فلو أن سطح القمر كان مكوناً منه ، لكانت الحرارة التي تصبها الشمس على سطحه لا تتوغل في داخله . وعلى ذلك فلا يتعرض داخل القمر لنفس التغيرات العنيفة التي يتعرض لها سطحه .

ولقد سجل فلكيان من مرصد مونت ولسون بأمريكا تغيرات حرارة سطح القمر في الخسوف ، فوجد أنه عند دخوله في ظل الأرض حيث يحبس عنه ضوء الشمس ، تهبط درجة حرارته فجأة من ٩٠ درجة فوق الصفر المئوي إلى ١٠٣ درجات تحت الصفر المئوي في دقائق قليلة . وقليل من الملاحظة ، تكفي للاستدلال على حركة القمر في السماء ، ففي أثناء ليلة قمرية نستطيع أن نلاحظ تحركه لناحية الشرق بالنسبة للنجوم الثابتة التي تكون قريبة منه ، كما يدل عليها تأخر شروقه فوق الأفق ليلة بعد أخرى حوالي خمسين دقيقة . وتضيء الشمس دائماً نصف سطحه ، إلا أنه بسبب تحركه حول الأرض لا نرى دائماً كل الجزء المضيء من سطحه إلا عندما يكون في الاتجاه المقابل للشمس ، وعندئذ يكون القمر بدراً . وعندما يكون القمر والشمس في نفس الاتجاه ، أو عندما يكون طولاهما واحداً «بلغة الفلكيين» يكون القمر في المحاق ، وفيما بين هذين يختلف مقدار الجزء المضيء الذي يرى مضيئاً من سطحه باختلاف الفرق بين موقع القمر وموقع الشمس في السماء .

ومتوسط مدة دورة القمر بالنسبة للنجوم الثابتة ١١,٦ ثانية ٤٣ دقيقة ٧ ساعة ٢٧ يوم أو ٢٧,٣٢١٦٦ يوماً وتسمى الدورة النجمية وتختلف من دورة لأخرى اختلافاً يسيراً .

أما دورة القمر بالنسبة للشمس – وهي الأكثر أهمية بالنسبة إلينا لارتباطها بأوجه القمر المختلفة – وتسمى بالشهر القمري ، فهي أطول من الدورة النجمية السالفة الذكر بسبب تحرك الشمس نفسها وسط النجوم حركة ظاهرية منشؤها تحرك الأرض حول الشمس مرة في السنة . ومتوسط طولها ٢,٨٧ ثانية ٤٤ دقيقة ١٢ ساعة ٢٩ يوم أو

ما يعادل ٢٩,٥٣٠٥٩ يوماً . وتختلف هي الأخرى طولاً أثناء الشهور بسبب فعل الجاذبية من الكواكب السيارة القريبة من مداري الأرض والقمر .

وقسم الفلكيون القدماء النجوم التي تقع حول مدار القمر إلى ثمانية وعشرين مجموعة تسمى منازل القمر ، وفي هذه المجموعات يقول الله عز وجل في القرآن الكريم « هو الذي جعل الشمس ضياء والقمر نوراً وقدره منازل لتعلموا عدد السنين والحساب ، ما خلق الله ذلك إلا بالحق يفصل الآيات لقوم يعلمون » .

وقد كانوا ينسبون إلى تلك المنازل مواقع الكواكب السيارة والشمس والنجوم قبل أن تتقدم وسائل الرصد .

ويستدلون من مواقعها في السماء على حالة الطقس . هذا عدا ما لها من أهمية خاصة عند أرباب التنجيم .

وفيما يلي أسماء منازل القمر :

السرطان . البطين . الثريا . الدبران . الهقعة . الهنعة . الذراع المبسوطة . النثره . الطرف . جبهة الأسد . الزبرة . الصرفة . العوا . السماك الأعزل . الغفر . الزباناان . الاكليل . قلب العقرب . الشولة . الوصل . البلدة . سعد الذابح . سعد بلع . سعد السعود . سعد الأجنية . الفرغ الأول . الفرغ الثاني . الرشا .

وللتجاذب بين الأرض والقمر الأثر الأكبر في إحداث المد والجزر . ولهذه الظاهرة أهميتها العظيمة في شؤون الملاحة البحرية . إذ يترتب عليها دخول البواخر في كثير من الموانئ وخروجها منها .

وليست هذه الجاذبية من القوة بحيث تجعل دقائق اليابسة تتحرك . ولكن مياه البحار تطيعها ، فتتجمع ويرتفع سطح الماء في اتجاه القمر ،

وهو ما يسمى مداً ، ثم يعود الماء إلى الانخفاض ويسمى انخفاضه جزراً .

وقدر الفلكيون قطر بعض الفوهات البركانية على سطح القمر بحوالي ١٤٠ ميلاً . ومن سلاسل الجبال على سطحه ما يمتد إلى ٤٥٠ ميلاً . ومنها ما يشتمل على أكثر من ٣٠٠٠ قلة أعلاها جبل « هيجنز » الذي يبلغ ارتفاعه حوالي ألفي قدم .

ومن البديهي أن مثل هذه الجبال سهلة التسلق لو أتيح لإنسان أن يذهب إلى القمر لضعف الجاذبية على سطحه نسبياً .

وفي القمر أودية كثيرة تعد بالألوف ، منها ما هو واسع كالسهول الفسيحة ، ومنها ما هو ضيق كمجاري الأنهار .

ولو فرضنا أن هناك من العوامل ما ينتج عنه اقتراب القمر من الأرض إلى مسافة ستين ألف ميل بدلاً من مائتين وأربعين ألف ، لارتفاع المد عندئذ ارتفاعاً هائلاً يقدر بأربعة وستين مرة من مقداره الحالي ، ولغمر الموانئ كلها ، بل قد لا ينجو من اليابسة إلا الجبال والربوات العالية .

والخلاصة أن القمر جرم ضئيل جداً لا حياة فيه ، يدين بجمال منظره في السماء لأشعة الشمس الساقطة عليه ، ورغم أنه مصدر الوحي لكثير من الشعراء والأدباء إذ يستلهمونه في إنتاجهم الأدبي ، ورغم ما له من الأهمية في كثير من شؤون البشر مما أوضحناه آنفاً ، إلا أن الفلكي لا ينظر إليه إلا باعتباره أصغر من هباءة في الفضاء السماوي .

الشَّمْس

الشمس أهم الأجرام السماوية بالنسبة إلينا ، إذ نستمد منها الحرارة والضوء . وهما العاملان الأساسيان للحياة على سطح الأرض . وهي أم السيارات جميعاً والمذنبات والشهب ، والجدة الكبرى للتوابع والأقمار ، وأخت لملايين النجوم التي تزين السماء بضوئها المتلألئ .

والشمس أقرب النجوم إلينا ، يقدر بعدها المتوسط بحوالي ٩٣ مليون ميل . ولما كانت سرعة الضوء تساوي ١٨٦٠٠٠ ميل في الثانية ، نجد أن الضوء يصل إلينا من الشمس في زمن يقدر بثمان دقائق تقريباً ، بينما يصل إلينا من أقرب النجوم بعد الشمس في زمن يقدر بأربع سنين ونصف .

ولو حاولنا السفر إلى الشمس في قطار يسير بسرعة خمسين ميلاً في الساعة دون توقف ، لوصلنا إلى الشمس في ٢١٠ من السنين . والشمس تمثل النسبة الغالبة في النجوم ، سطحها هائج يغلي ويتفجر بشتى الطرق ، وجوفها مركز من مراكز توليد القوة ، لا ينقطع عمله على الدهر . فالطاقة التي تتولد في داخلها ، تجعلها ساخنة إلى حد عظيم ، فيندفع نحو السطح تيار عظيم من الحرارة لينصب في الفضاء ضياء وهاجاً . وقدر ما يصل إلى البوصة المربعة في سطح الشمس من الطاقة ما يعادل قوة اثنين وستين حصاناً ميكانيكياً . ولأجل أن تنساب هذه الطاقة العظيمة في الفضاء « تتقلب » الطبقات العليا لتعرض نحو الفضاء أشد جنباتها حرارة فيغلي السطح كما يغلي سطح الماء عندما تبلغ درجة الحرارة حداً معيناً وتنساب الحرارة منه إلى الجو .

وقد يكون هذا غير كاف لتصريف تلك الكميات العظيمة من الطاقة من سطح الشمس ، فتندلع منها نافورات كثيرة من اللهب إلى مسافات كبيرة في الفضاء .

ويشاهد على سطح الشمس أحياناً ، فجوات عظيمة فاغرة أظلم نسبياً من باقي السطح المتوهج ، وهي تشبه فوهات البراكين تقذف بالحمم من داخل الشمس ، ونسميها كلف الشمس . ويختلف عددها على مر السنين . وتتبع في قلتها وكثرتها دورة زمانية تقدر بإحدى عشرة سنة ، ومنها ما هو كبير جداً يسع الأرض ، ويصحبها عادة تأثير في مغناطيسية الأرض .

وتكون حرارة الشمس أشد نسبياً عندما يكثر الكلف ، وعدا ذلك لم يكتشف الارتباط بين ظهور الكلف وحدوث الزلازل والفيضان وانتشار الأوبئة والأزمات الاقتصادية كما يظن بعض الناس .

ولشدة الحرارة على سطح الشمس ، نجد أن جوها يحوي عناصر مواد فلزية ثقيلة كالبلاتين والرصاص ، على شكل أبخرة ، لأن حرارة الشمس من الشدة بحيث لا يتسنى حتى لمثل هذه العناصر أن تبقى على حالاتها المألوفة لنا .

وتقدر الحرارة على السطح بحوالي ستة آلاف درجة مئوية . أما في جوف الشمس فتقدر درجة الحرارة بالملايين . وكذا الضغط عند المركز فيقدر بحوالي أربعين ألف مليون ضغطاً جوياً .

ولما كان من تأثير ارتفاع الحرارة على الأجسام حدوث التمدد في أحجامها بينما ينشأ عن ارتفاع الضغط انكماشها نجد أن المادة داخل الشمس تقع تحت تأثير عاملين قويين متضادين ، يفوز الأخير منهما على الأول فوزاً ضئيلاً وقد أثبتت الأرصاد الطيفية للشمس والنجوم ،

أنه بسبب الحرارة الشديدة فيها قد تفككت جزيئات العناصر إلى الذرات المكونة لها ، وفي أجواء بعض النجوم الأكثر حرارة نجد أن الذرة نفسها تتحطم .

ومن المعروف أن الذرة تتكون من جسيم عند مركزها يعرف بالنواة ، قد نظم حوله عدد من جسيمات أقل شأناً وكتلة تعرف بالكهارب ، تدور من حوله في مدارات ، كما تدور السيارات حول الشمس . والكهارب متشابهة في العناصر المختلفة كلها ، أما النوى « جمع نواة » فليست متشابهة ، ويعزى اختلاف خواص العناصر إلى هذا السبب .

وجميع هذه الجسيمات مشحونة بالكهرباء الذي يعزى إليها احتفاظ هذه الأسر الصغيرة بكيانها . وتحت تأثير الحرارة ، تفقد بعض الذرات قبضتها على الكهارب الأبعد من المركز فالتي تليها وهكذا حسب درجة الحرارة . وعلى ذلك نستطيع أن نتصور أن الذرة الكاملة ليس لها وجود داخل الشمس ، وأن المادة عند المركز تتكون من مجموعة متنوعة من النوايا والكهارب ، ولو أنه يجب أن نتذكر أن بعض العناصر تستطيع أن تحتفظ بأقرب كهرب أو اثنين من كهاربها ، حتى عند تلك الدرجة العالية ، فيتكون من أمثال هذه العناصر ذرات مصغرة . أما الضغط العالي في جوف الشمس ، فمن شأنه أن يجعل المادة مكدسة إلى درجة لا يكاد يتصورها العقل

ومن المعروف ، أن شعاع الضوء له وزن ، فالإشعاع النجومي الذي ينصب في الفضاء منذ الأزل يستنفد على الدوام من أوزان النجوم جميعها ، ويدل الحساب على أن الإشعاع الكلي الذي ينبعث من الشمس في الثانية يزن أربعة ملايين طن . وليس من المعروف تماماً حتى الآن ، كيف يولد النجم شعاعه ، ولكن من المؤكد أن توليد طاقة

الإشعاع في النجوم تختلف عن توليد الطاقة الحرارية بحرق الفحم مثلا ، فاحتراق الفحم يكاد يكون عملية كيمائية لا يتضمن سوى ترتيب الذرات من جديد . والمرجح أن الطاقة تتولد في النجوم نتيجة لعملية إفناء الذرات بالفعل . فإذا كان هذا هو سبب الإشعاع في النجوم فنستطيع اعتبار أخف النجوم أكبرها سناً على وجه عام ، كما أن النجوم تفقد من درجة إضاءتها أسرع من فقدها لوزنها .

وعلى المعدل السالف الذكر الذي تتناقص به مادة الشمس بالإشعاع ، نجد أن الذرات الباقية فيها حتى وقتنا هذا تكفيها ١٥ مليون مليون سنة ، ولو أننا يجب أن نتذكر أن هذا المعدل لا يبقى ثابتاً على مر الدهور ، بل يقل تدريجياً كلما تقدم به السن .

فإذا صحت هذه التقديرات وجدنا أنه لم يزل للشمس بقية مديدة في عمرها الطويل . وصدق الله حيث يقول « وإن يوماً عند ربك كألف سنة مما تعدون » .

وقد تمكن العالم الألماني الشهير كبلر في فجر القرن السابع عشر من استنباط ثلاثة قوانين عرفت باسمه عن حركة الكواكب السيارة ، ومن بينها الأرض ، وفحواها أن مسارات الكواكب حول الشمس ليست دائرية تامة بل اهليلجية « قطع ناقص » تحتل الشمس البؤرة في كل منها وأن سرعة الكواكب السيارة في مساراتها هي بحيث أن الخط الواصل منها للشمس يقطع مساحات متساوية في أزمنة متساوية . وأن مربعات الأزمنة للدورات الكاملة حول الشمس ، تتناسب تناسباً طردياً مع مكعبات المسافات المتوسطة بينها وبين الشمس . ومعنى ذلك أن البعد بين أي كوكب سيار والشمس ، ليس ثابتاً ثبوتاً مطلقاً أثناء دورانه ، وكذلك السرعة حولها . وهذا يفسر لنا أن قرص الشمس يكون

أكبر بقليل في الشتاء « عندما تكون الأرض في أقرب نقطة للشمس » عنه في الصيف ، ويتراوح مقدار الزاوية بين طرفي قطرها عند سطح الأرض بين ٣٢,٦ دقيقة قوسية و٣١,٥ دقيقة قوسية في الحالتين السالفتي الذكر ، ومتوسطه ٣٢ دقيقة قوسية . ولما كان متوسط بعد الأرض من الشمس ٩٢,٩ مليون ميل ، استنتجنا بسهولة أن قطر الشمس هو ٨٦٥٠٠٠ ميل أو ما يعادل مائة مرة قطر الأرض . وأن حجمها يساوي ١٣٠٠٠٠٠ مرة حجم الأرض . ولما كان وزنها ٣٣٠٠٠٠ مرة وزن الأرض استنتجنا أن متوسط كثافة المادة في الشمس يساوي ١,٤ كثافة الماء أو ما يعادل ¼ كثافة الأرض تقريباً .

ويتخذ الفلكيون المسافة المتوسطة بين الأرض والشمس وحدة من وحداتهم الأساسية لقياس الأبعاد ، ويمكن تعيين هذه المسافة بطرق مختلفة .

ولقد سبق أن ذكرنا أن مقدار ما يتشعع من البوصة المربعة من سطح الشمس من طاقة الحرارة والضوء في الفضاء ، يقدر باثنين وستين حصاناً ميكانيكياً ، ونظراً لصغر الحيز الذي تشغله الكرة الأرضية من الفضاء المحيط بالشمس ، نجد أن ما يصيب الأرض من الإشعاع الكلي للشمس يقدر بأقل من جزء واحد من ألفين مليون جزء .

وهذا النصيب المتواضع الذي تأخذه الأرض ، يقدر بحوالي خمسة ملايين حصان ميكانيكي في كل ميل مربع من سطحها وقدر العالم الإنجليزي « سبنسر جونز » ثمن طاقة الإشعاع التي تستمدها الأرض من الشمس في الثانية الواحدة بالأسعار العادية بحوالي مائتي مليون جنيه إنجليزي ــ وليت شعري ــ كم نحن مدينون للشمس حتى بمنطق الجنيهات الذي يكاد يخنق البشرية ! !

النظـام النجومي

يتكون النظام النجومي من آلاف النجوم التي نراها ليلاً ، ومن الشمس ومن ملايين النجوم الأخرى التي يتجاوز بعدها مدى رؤية العين المجردة ، ومن عشرات الجموع النجومية التي تشبه أسراباً من الطير ، وتتألف الواحدة منها من آلاف عديدة من النجوم .

ويشمل عدا ذلك ، تلك السحابة العظيمة المعروفة بالمجرة أو سكة التبانة ، التي نشاهدها عبر السماء ، وخصوصاً في الليالي غير القمرية ، والتي إذا نظرنا إليها خلال منظار لوجدنا أنها ليست سوى سحابة من نجوم ضئيلة الضوء ، مما يدل على أنها أبعد من سواها ، وأن سمك النظام النجومي أكبر في اتجاه المجرة منه في غيره .

والفضاء الذي يحتوي هذه الملايين العديدة من النجوم أو الشموس ، كبير إلى درجة أنه يكاد يكون خلاء حتى في المجرة المكتظة بالنجوم . وتقدر المسافة المتوسطة بين نجم وآخر بنحو ثلاثمائة مليون مليون ميل . وهذا الفضاء يشبه في شكله عجلة كبيرة تقع المجرة عند حافتها وتكوّن الجموع النجومية الغطاءين الخارجيين لها .

ولقد وجد أن النجوم أكثر تكثفاً حول المركز وأن الشمس لا تقع عند مركز النظام النجومي كما كان يظن ، بل تبعد عنه بحوالي $\frac{1}{3}$ نصف القطر .

وكما أننا أصبحنا ندرك أن السر في احتفاظ النظام الشمسي بحالته

هو دوران السيارات جميعها حول الشمس ، بحيث أنها لو توقفت لحظة عن دورانها لسقطت جميعها نحو الشمس ، استنبطنا أن دوران النجوم ومن بينها الشمس حول مركز النظام النجومي هو الذي ينجيها من مثل هذا المصير . وكلما كانت النجوم أقرب إلى سرة النظام النجومي المكون من النجوم المكتظة ، كانت أسرع في حركتها . وتقدر سرعة الشمس حول المركز بمائتي ميل في الثانية الواحدة « والشمس تجري لمستقر لها ذلك تقدير العزيز العليم » .

وعلى أسس نظرية ، يقدر عدد نجوم هذا النظام بمائة ألف مليون ، وقد لا يكون هذا الرقم صحيحاً كل الصحة ، والمرجح أنه أكثر من ذلك ، وربما كان ضعف هذا العدد أو ثلاثة أمثاله أو خمسة أمثاله .

والنجوم شموس ، وشمسنا أخت شقيقة لهذه الملايين العديدة من النجوم التي وإن اختلفت عن بعضها من حيث الحجم أو الوزن أو قوة الإشعاع فإن هذا الاختلاف لا يعدو ما يوجد بين الأخوات الشقيقات عادة من تفاوت المزاج أو الطول أو الجمال ، فالنجوم متشابهة جميعها من حيث تركيبها الكيماوي والطبيعي كما سنرى فيما بعد .

وإذا تذكرنا أن الأرض على سعتها لا تساوي أكثر من جزء من مليون من الشمس ، وأن من بين النجوم ما هو أكبر من الشمس ملايين المرات ، أدركنا أننا لم نكن مبالغين عندما ذكرنا في فصول سابقة أن الأرض التي نعيش عليها ليست سوى هباءة صغيرة في هذا الفضاء الكبير ، بل إنها على حد تعبير الأستاذ « جينز » هباءة أصغر من أن ترى إلا بالمجهر ! !

وإذا تذكرنا أن المسافات التي تفصل بين أي نجمين من النجوم كبيرة إلى درجة أننا يمكننا اعتبار الفضاء النجومي خلاء استطعنا أن

نتصور كبر الحيز الذي يشغله النظام النجومي والذي نجده على شكل عجلة دوارة هائلة يقدر طول قطرها الأكبر بثلاثمائة ألف سنة ضوئية ، وسمكهـا عند الوسط بعشرة آلاف سنة ضوئيـة (السنة الضوئية = ٥,٨٦٩,٧١٣,٦٠٠,٠٠٠ ميل) .

أقدار النجوم :

النجوم الفرادى التي نراها بالعين المجردة والتي تمثل الكوكبات المعروفة ، لا تشغل إلا حيزاً صغيراً يحيط بموطننا من الفضاء السماوي ولا نكاد – بغير أجهزة الرصد – ندرك اختلافاً بينها إلا من حيث درجة لمعانها أو ألوانها .

ولقد وضع القدماء مقياساً لتقدير درجة لمعان النجوم ، فاعتبروا ألمع النجوم من القدر الأول ، وأقلها ضياء للعين المجردة من القدر السادس ، وفيما بين هذين الحدين ، قدرت أقدار النجوم المختلفة بحيث أن الفرق بين درجة لمعان نجم من القدر الثاني وآخر من القدر الثالث مثلاً تساوي الفرق بين درجة لمعان نجم من القدر الثالث وآخر من القدر الرابع وهكذا .

ولم يزل هذا المقياس مستعملاً للآن ، ولو أنه قد وجد أن نسبة ما يشعه نجم من قدر معين من طاقة الضوء إلى الذي يليه في مقياس الأقدار تساوي ٢½ . فإذا فرضنا أن ما يصلنا من طاقة إشعاع نجم من القدر السادس تساوي واحد ، فإن ما يصلنا من طاقة الإشعاع من نجم من القدر الخامس ٢½ وآخر من القدر الرابع ٦¼ وآخر من القدر الثالث ١٦ وهكذا .

والنجوم الألمع من نجوم القدر الأول ، تعتبر من القدر صفر أو من

قدر سالب . فالشعرى اليمانية تعتبر من القدر (−١,٦) ، والشمس من القدر (−٢٦,٧) والقمر من القدر (−١٢,٦) . وعلى هذا الأساس لو أننا اعتبرنا درجة لمعان نجم من القدر الأول وحدة ضوئية ، فإن درجة لمعان الشمس تساوي ١٢٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ ودرجة لمعان القمر تساوي ٠٠٠ ٢٧٥ .

ويقدر ضوء النجوم جميعها بما يعادل ضوء ١٤٤٠ نجماً من القدر الاول ، ويقدر ضوء القمر عندما يكون بدراً بما يعادل مائتي مرة ضوء النجوم جميعها .

والواقع أن الأعداد الدالة على أقدار النجوم ، لا تدل على درجة الإشعاع الحقيقية لها ، فرب نجم كبير يبدو خافتاً بسبب بعده عنا في أعماق الفضاء . بينما نجد نجماً صغيراً يبدو لامعاً بسبب قربه من موطننا في الفضاء . فلو أن نجماً من نجوم القدر السادس اقترب منا بما يعادل عشر بعده الأصلي لزادت درجة لمعانه مائة مرة وأصبح من نجوم القدر الأول . ولقد لوحظ أن عدد نجوم كل قدر ثلاثة أمثال عدد نجوم القدر الذي قبله تقريباً حتى القدر التاسع . فعدد نجوم القدر الثاني ٤١ والقدر الثالث ١٣٨ والرابع ٥٣٠ والخامس ١٦٢٠ .

أبعاد النجوم :

من الممكن تعيين بعد بعض النجوم القريبة بطريقة مشابهة لطريقة تعيين بعد القمر ، غير أن عدد النجوم التي يمكن تقدير أبعادها بهذه الطريقة صغير جداً .

ويقدر بعد أقرب النجوم الينا وهو المسمى (الأقرب في قنطورس)

بخمسة وعشرين مليون ميل أو ما يعادل ٤ سنة ضوئية بينما نجد أن بعد الشمس يعادل ٨ دقائق ضوئية وبعد القمر يعادل $\frac{1}{2}$ ١ ثانية ضوئية .

والنجوم التي يزيد بعدها عن ٥٠٠ سنة ضوئية لا يمكن تحقيق أبعادها بالطريقة السالفة الذكر ، بل تستنبط بطرق أخرى .

وبفرض أننا استطعنا قياس أبعاد النجوم ، أمكننا استنباط درجة لمعانها الحقيقية بالنسبة للشمس وهي ما نسميه القدرة الشمعية . ومن ثم نستطيع تعيين أحجامها لو عرفنا درجة حرارتها .

وتختلف ألوان النجوم ، فمنها الأحمر والبرتقالي والأصفر والأبيض والمائل إلى الزرقة ، وهذه الألوان حسب ترتيبها تمثل فعلاً درجة الحرارة في النجوم ، فمن المعروف أننا لو سخنا قطعة من الحديد ، فإنه عندما تصل درجة حرارتها حداً معيناً يصير لونها أحمر ، فإذا زادت درجة الحرارة تغير لونها تباعاً إلى البرتقالي فالأصفر ، وعند أقصى درجة الحرارة يصير لونها أبيض .

ولقد قدرت درجة حرارة الشمس بحوالي ٦٠٠٠ درجة مئوية أما لونها فيميل إلى الأصفر ، وعليه يمكننا تقدير درجة الحرارة في النجوم بتعيين لونها ، وتقدر درجة الحرارة في النجوم الحمراء بنحو ٣٠٠٠ درجة مئوية . أما النجوم التي تميل إلى الزرقة فتتراوح حرارتها بين ١٥٠٠٠ و٣٠٠٠٠ درجة مئوية .

ولقد وجد أن ألمع نجوم السماء إما أن تكون نجوماً قريبة من النظام الشمسي وذات قدرة شمعية متوسطة ، أو بعيدة عنه وذات قدرة شمعية عالية . ومن الأمثلة على النوع الأخير النجم المعروف (سهيل) الذي يقدر بعده بـ ٦٥٠ سنة ضوئية ، وقدرته الشمعية بثمانين ألف مرة القدرة الشمعية للشمس . بينما نجد أن القدرة الشمعية لنجم الشعرى

اليمانية يساوي ٢٦ مرة القدرة الشمعية للشمس وبعدها يعادل تسع سنين ضوئية .

أما النجم المسمى بمنكب الجوزاء فيقدر طول قطره بحوالي ٢٩٠ مرة قطر الشمس ، فهو يتسع حجماً لما يعادل ٢٤ مليون شمس ، ويقدر بعده بحوالي ١٩٠ سنة ضوئية .

ومن ناحية أخرى نجد أنه لا يوجد على مدى عشرة سنين ضوئية من الشمس في جميع الاتجاهات سوى تسعة من النجوم . أصغرها حجماً أقلها ضياء كرفيق الشعري اليمانية الذي يقدر قطره بحوالي ٠,٠٣٢ قطر الشمس وقدرته الشمعية بما يعادل ٠,٠٠٢٦ القدرة الشمعية للشمس — فحجم الشمس يعادل ١٥ مليون مرة حجم مثل هذا النجم .

العمالقة والأقزام :

ويطلق الفلكيون على النجوم ذوات الأحجام الكبيرة والقدرة الشمعية العالية اسم « العمالقة » . وعلى النجوم ذوات الأحجام الصغيرة والقدرة الشمعية القليلة « الأقزام » .

وفيما عدا النجوم الحمراء أو البرتقالية اللون نجد أن هذين النوعين متداخلان .

ولقد رأينا عند كلامنا عن الشمس ، كيف أن الذرات تتحطم عند درجات الحرارة العالية ، فتفلت الكهارب البعيدة من قبضة النواة المركزية ، حتى إذا ما وصلت الحرارة إلى درجة حرارة مركز الشمس ، أفلتت الكهارب جميعها عدا حلقة داخلية يشغلها كهربان واقعان في قبضة قوية ممتازة ، تستطيع أن تتحدى مثل هذه الدرجة العالية من الحرارة التي تصل حوالي ٤٠ مليون درجة .

ولقد تصل درجة حرارة مراكز بعض النجوم عشر مرات أو عشرين مرة درجة حرارة مركز الشمس . وفي مثل هذه النجوم نتوقع انحلال الذرات انحلالاً تاماً ، وصيرورة مادتها إلى ما يمكن أن نسميه ذرات مسحوقة ، وهي عبارة عن مجرد حشو غير منتظم من نوى وكهارب لا تشبه شيئاً مما نعرفه على سطح الأرض .

والذرة الكاملة كالنظام الشمسي ، لا تشغل مركباتها إلا حيزاً صغيراً جداً بالنسبة للمسافات التي تفصل بين هذه المركبات ، ولهذا نجد أن الضغط يلعب دوراً خطيراً في النجوم ذات الحرارة العالية فيزيد في حشد مركبات الذرات المفككة ، فتتكدس مادتها في حيز صغير إلى درجة لا يكاد يتصورها العقل ، ومن الأمثلة على ذلك رفيق الشعرى اليمانية الذي يقدر بثلاثين مرة حجم الأرض ، ووزنه بحوالي ٣٠٠ ألف مرة وزن الأرض . فدرجة تكديس المادة في هذا النجم تعادل عشرة آلاف مرة مثلها في مادة الأرض !!

ويقدر مقدار الطاقة التي تتشعع من البوصة المربعة من أمثال هذا النجم بحوالي ٣٥٠ حصاناً وتسمى الأقزام البيضاء .

وعلى أي حال يمكننا اعتبار أمثال هذا النجم من الشواذ القليلة ، وأن الشمس تمثل نسبة عالية من نجوم السماء تقدر بثمانين في المائة ، وتسمى نجوم التتابع الرئيسي ، وهي أكبر بصفة عامة من الأقزام البيضاء ولكنها تشمل جميع الأوزان والألوان المعروفة . وأكبرها وزناً أكثرها زرقة وأقلها وزناً أقربها إلى الحمرة الداكنة . وتقل قدرتها الشمعية اطراداً مع نقصان أوزانها .

ومن النجوم ما يبلغ حجمه قدر حجم الشمس مليون مرة أو أكثر غير أن مراكزها أبرد نسبياً من مراكز نجوم التتابع الرئيسي ، فتحتفظ

ذراتها بعدد من الكهارب أكبر مما تحتفظ به ذرات نجوم التتابع الرئيسي . وبرغم أن القدرة الشمعية الكلية لأمثال هذه النجوم كبيرة إلا أنه نظراً لكبر سطحها ، فإن ما يتشعع من الطاقة من البوصة المربعة من سطحها أقل منه في النوعين السالفي الذكر . ولونها عادة أحمر ، وفي حالات قليلة أصفر وتسمى المردة الحمر . غير أنه مما يستلفت النظر أن مدى الاختلاف في أوزان النجوم أقل منه في القدرة الشمعية أو في الأقدار .

إن هذه الحقائق العلمية لتبدو غريبة جداً ، إلا على نفر محدود ممن يشتغلون بهذه العلوم ، ذلك لأننا قلما نتذكر أن إحساساتنا جميعها محدودة المدى ، وأنها لا تصلح للحكم على الأشياء في جميع الحالات ، فالعين لا تتأثر إلا بعدد محدود من موجات الضوء ، والأذن لا تتأثر بالسمع إلا في حدود معينة من الموجات الصوتية ، وحاسة اللمس لا تستطيع أن تقارن بين جسمين ساخنين إلا في حدود ضيقة .

والحكم على الأشياء يتوقف على درجة كفاية الإدراك . فالرجل العادي لم يزل غير مصدق أن الأرض كروية ، وأنها تدور في الفضاء حول الشمس ، وكلا الأمرين أصبح من الحقائق الثابتة بالبرهان الصحيح .

والأرقام سالفة الذكر حققها علماء كثيرون بطرق مختلفة ، فمصدر غرابتها راجع إلى قصور إدراكنا العام الذي يشبه ميزان الصيدلي لو حاولت أن تزن به قنطاراً من القطن مثلاً لفسد أمره . فحبذا لو تذكرنا ذلك دائماً وتذكرنا أيضاً أننا نخدع أنفسنا كثيراً في اعتقاد كفاية هذا الإدراك العام .

وإنه لمن الخطأ البين أن نقيس أحجام النجوم أو درجة حرارتها أو

أبعادها بالمقاييس المألوفة لنا على سطح الأرض ، لأن الأرض ذاتها ليست سوى جرم ضئيل انطفأ نوره وبرد سطحه من زمن طويل .

النجوم المزدوجة :

تبدو النجوم جميعها للعين المجردة وحدات منفردة ، ولكن الكثير منها يبدو مزدوجاً في المنظار ، وتقدر نسبة النجوم المزدوجة حتى القدر التاسع عشر بواحدة في كل ثمانية عشر .

وقد يكون الازدواج ناشئاً عن وقوع نجمين في اتجاه واحد بالنسبة لموقعنا في الفضاء ويسمى هذا النوع المزدوجات البصرية . وفي هذه الحالة لا توجد علاقة طبيعية بين مركبتي النجم المزدوج .

وقد تكون المركبتان شقيقتين بمعنى الكلمة ، وفي هذه الحالة تدور كل منهما حول مركز الثقل المشترك كما تدور السيارات في النظام الشمسي .

وهناك نجوم تتكون من أكثر من مركبتين كالنجم القطبي الذي هو من النجوم الثلاثية .

المتغيرات القيفاوية :

إن ضوء النجوم في غاية الثبات عادة ، غير أن عدداً قليلاً منها يتقلب ضوؤه باستمرار من القوة إلى الضعف ، ومن الضعف إلى القوة .

وأول نجم عرفت فيه هذه الخاصية هو النجم (دقيفاوس) ومن ثم كان اشتقاق الاسم لطائفة مماثلة له من النجوم .

وتتفاوت مدة الدورة الكاملة لتقلب ضوء هذه الطائفة ، من نصف يوم تقريباً إلى ٣٦ يوماً ، ولو أن كيفية تقلب الضوء متشابهة فيها كلها . فالنجم (دقيفاوس) الذي تبلغ مدة تقلب ضوئه خمسة أيام ونصف

تقريباً بعد أن يبلغ ذروة لمعانه يبدأ ضوؤه في الاضمحلال خلال أربعة أيام تنقص فيها قوة لمعانه إلى نصف درجته القصوى ، وبعد ذلك يزيد لمعانه تدريجياً ، ولكن بسرعة أكبر من سرعة اضمحلاله حتى يستعيد قوته مرة أخرى في يوم ونصف وهكذا .

ويعزى هذا التغير الدوري في لمعان القيفاويات ، إلى تغير حقيقي في أحجامها ، فتمتد ثم تنكمش على التعاقب حسب دورة زمنية محدودة لكل منها . ويقدر الفرق بين الحدين النهائيين لنصف القطر بجزء من عشرة أجزاء من طوله المتوسط للقيفاويات جميعها بوجه عام . ولو أن هذا الفرق قد يبلغ ربع متوسط نصف القطر .

والقيفاويات جميعها من النجوم العمالقة ذات القدرة الشمعية العالية والكثافة القليلة ، وهي أكبر وزناً من الشمس بصفة عامة .

ولقد لوحظ أن مدة الدورة للمتغيرات القيفاوية تزيد أو تنقص تبعاً للزيادة أو النقص في درجة اللمعان أو الحجم أو الوزن أو مقدار التغير الذي يحدث في طول نصف القطر ، ولكنها تنقص طردياً مع الزيادة في كثافة مادتها .

ولسنا نبالغ إذا ذكرنا أننا مدينون في اتساع أفق معرفتنا في الفلكيات الحديثة ، إلى اكتشاف العلاقة بين مدة دورة تقلب ضوء القيفاويات وقدرتها الشمعية . فقد أتيح لنا بواسطتها أن نسبر أعماق الفضاء السحيقة وأن نقيس أبعاد النجوم التي يزيد بعدها عن ٥٠٠ سنة ضوئية فبرصد مدة دورة تقلب نجم قيفاوي يمكننا استنباط قدرته الشمعية . ومن مقارنة الأخيرة بدرجة لمعانه الظاهري يمكننا تعيين بعده .

ومما هو جدير بالملاحظة أن القيفاويات ذات درجة لمعان كبيرة ، فمن الممكن رصد حتى البعيد منها نسبياً من خلال المنظار .

المتغيرات غير الدورية :

وهناك نجوم يعتريها تغير بالزيادة أو بالنقص في درجة لمعانها ، ولكنها تغيرات غير دورية . ويعزو علماء الجيولوجيا هبوط درجة الحرارة حيناً من الدهر على سطح الأرض – أثناء الحقب الجيولوجية الماضية – حتى اكتسى سطحها بالجليد وارتفاعها حيناً آخر إلى تغير حقيقي في كمية إشعاع الشمس وإن كان تغيراً طفيفاً بطبيعة الحال .

النجوم الجديدة :

وهناك نوع ثالث من المتغيرات يعرف «بالنجوم الجديدة» ، وهي التي يعتريها تغير فجائي كبير في درجة لمعانها قد يبلغ آلافاً عدة من درجة لمعانها الأصلية ، فتبدو للعين المجردة فجأة نجوماً لم تكن معروفة من قبل ، ويزيد لمعانها تدريجياً على مرور الأيام حتى تصبح من ألمع نجوم السماء . وقد يفوق بعضها في لمعانه درجة لمعان المشتري ، ثم يعود ضوؤها إلى الاضمحلال .

وقد كان يظن في بادئ الأمر أنها نجوم حديثة المولد ، ومن هنا نشأت تسميتها خطأ بالنجوم الجديدة . والمعروف الآن أنها نجوم أبعد من مدى رؤية العين المجردة ، يعتريها تغير فجائي كبير في درجة لمعانها . وتعزى هذه الظاهرة الغريبة إلى زيادة كبيرة في كمية الطاقة التي تتشعع من وحدة المساحات من سطوح أمثال هذه النجوم ، أو إلى زيادة في مساحة السطح نفسه إلى درجة لا يكاد يتصورها العقل أو إلى هذين العاملين معاً .

ولسنا نعرف للآن سبب هذه الظاهرة على وجه التحقيق غير أنه من المرجح عند كثير من العلماء أن كل نجم لا بد وأن تعتريه هذه الحالة

ولو مرة واحدة أثناء حياته الطويلة عندما يفقد توازنه الطبيعي الأول ليستعيض عنه بتوازن جديد .

وليس هناك ما يدل على أن شمسنا قد مرت بهذا الدور للآن . وقد لا يحدث ذلك إلا بعد ملايين أخرى من السنين ، فإذا وقعت الواقعة ، فليس لها من دون الله كاشفة وعندئذ يتلاشى كل كائن حي على سطح الأرض لساعته ، ثم تستحيل الأرض الصلبة إلى سحابة من الغاز .

العناصر المكوّنة لمادّة النّجوم

لقد أصبح في وسعنا بعد اختراع تلك الآلة السحرية المسماة « المطياف » أن نعرف كلا من التركيب الطبيعي والكيماوي لمادة النجوم .

فقد أثبتت التجارب العملية التي يمكن إجراؤها في كل وقت في معامل الطبيعة ، أن كل مادة تشع الضوء تكون طيفاً خلال المطياف له موجات ضوئية ذوات أطوال معينة ، تختلف باختلاف نوع المادة المشعة للضوء كما تختلف البصمات باختلاف أصحابها .

وبتطبيق القواعد الرئيسية المستمدة من التجارب العملية على طيف الشمس التي تمثل النسبة الغالبة في النجوم نجد أن الحرارة التي تنساب من داخلها إلى السطح عالية جداً ، وان جو الشمس يحتوي على كميات وافرة من عناصر الهيدروجين والصوديوم والكلسيوم والهليوم .

وقد تمكن (رولاند) من تعيين ألف وستمائة من الخطوط في طيف الشمس ، وبمقارنتها بالخطوط الطيفية للعناصر الكيماوية المعروفة وجد أن ٥٧ منها ممثلة في هذه الخطوط .

وليس معنى ذلك أن بعض العناصر الكيماوية المعروفة لنا لا توجد في الشمس ، بل إن الخطوط الأخرى لطيف الشمس لم يمكن تمييزها في المعمل بعد . ومن الطريف أن نذكر أن عنصر الهليوم اكتشف في طيف الشمس عام ١٨٦٨ قبل أن يكتشف على الأرض عام ١٨٩٥ .

وبدراسة أطياف النجوم الأشد حرارة – النجوم الزرقاء – وجد أن الخطوط الأساسية فيها هي لعناصر الهيدروجين والهليوم والنتروجين والسليكون ، ونكاد لا نجد فيها الخطوط الدالة على أطياف العناصر الثقيلة .

وفي أطياف النجوم المتوسطة الحرارة نجد الخطوط الدالة على عناصر الهليوم والأوكسجين والنتروجين والسليكون ضعيفة بالنسبة لخطوط العناصر المعدنية مثل الكلسيوم والحديد والتيتانيوم .

أما النجوم الأقل حرارة ، فنجد في أطيافها الخطوط الدالة على المركبات الكيماوية ، مثل ثاني أوكسيد الكربون وأوكسيد التيتانيوم وغيرهما .

وقد يظن لأول وهلة أن هذا التباين في أطياف النجوم راجع إلى اختلاف تركيبها الكيماوي ، ولكن يجب ألا ننسى أن الذرة وهي أصغر شيء في بناء العناصر تفقد بالحرارة بعض كهاربها ويتغير تبعاً لذلك طيفها ، فاختلاف أطياف النجوم راجع قبل كل شيء إلى اختلاف درجة حرارتها .

ومن المرجح أن النجوم متشابهة من حيث تركيبها الكيماوي ، وتدلنا الأرصاد الطيفية للنجوم على وفرة العناصر الآتية فيها بوجه عام :

الهيدروجين – السليكون – الصوديوم – المغنسيوم – الألومنيوم – الكربون – الكلسيوم – الحديد – الزنك – التيتانيوم – المنجانيز – الكروم – البوتاسيوم – الفنديوم – الأسترونتيوم – الباريوم .

وهكذا قد أخضع العلم لسلطانه هذه المسألة التي كانت تبدو منذ نصف قرن من الزمان تقريباً من الأمور المستحيلة .

أما العناصر الكيماوية الأكثر وفرة على سطح الأرض فهي :

الأوكسيجين – السليكون – الهيدروجين – الألومنيوم – الصوديوم الكلسيوم – الحديد – المغنسيوم – البوتاسيوم – التيتانيوم – الكربون – الكلورين – الفسفور – الكبريت – النتروجين – المنجانيز – الفلورين – الكروم – الفنديوم – الليثيوم – الباريوم – الزركنيوم – النيكل – الأسترونتيوم .

ويلاحظ أن الخطوط الطيفية لثمانية من هـذه العنـاصر وهي الأوكسيجين والكلورين والفسفور والكبريت والنتروجين والفلورين والزركنيوم والنيكل ليس من السهل تعيينها في أطياف النجوم .

من ذلك يظهر لنا بوضوح ، أن هناك تشابهاً كبيراً في التركيب الكيماوي للمادة على سطح الأرض ، وفي النجوم ، رغم التباين الكبير بين الحالة الطبيعية التي توجد عليها الذرة في كل منها .

والخلاصة أن العناصر الكيماوية المكونة لمادة النجوم الملتهبة هي بعينها العناصر المكونة لجسم الأرض ، وأن أوفر هذه العناصر في النجوم نسبياً أوفرها في الوقت نفسه على سطح الأرض .

ومع قليل من التأمل نجد أن هذه العناصر بعينها هي التي تبنى منها أجسادنا ، وتتكون منها الدماء التي تجري في عروقنا فسبحان الخلاق العظيم .

«ومن آياته أن خلقكم من تراب ثم إذا أنتم بشر تنتشرون» .

السـدائـم

إن النظام النجومي وما يشتمل عليه من ملايين النجوم ليس هو كل ما يملأ الفضاء ، فلقد ساعدتنا الزيادة المطردة في قوة مراقبنا إلى اكتشاف أجرام أخرى كبيرة سحابية الشكل ، معظمها خارج النظام النجومي بأجمعه وبعيد عنه في أعماق الفضاء السحيقة وبعضها يوجد داخل المجرة أو قريبة منه .. وتعرف هذه الأجرام بالسدائم .

أما السدائم التي توجد داخل المجرة أو قريبة منها فمنها السدائم المعتمة التي تتكون من مادة تحجب وراءها ضوء النجوم ، والسدائم المنتشرة المضيئة التي تتكون من غازات متأينة مشعة للضوء كسديم الجبار المشهور والذي يقدر بعده بستمائة سنة ضوئية . ويعزى إشعاع هذه الفصيلة من السدائم إلى تأثير ضوء النجوم القريبة منها في مادتها ، والذي لولاه لكانت هذه السدائم على الأرجح في عداد السدائم المعتمة ، فبعضه يعكس ضوء النجوم القريبة ، والبعض الآخر تؤثر فيه أضواء نجوم ذات درجة عالية من الحرارة بحيث تجعلها مشعة للضوء .

ومنها أيضاً السدائم الكوكبية ، وقد اكتشف منها للآن نحو المائة ، كالسديم الحلقي في كوكبة السلياق . ويوجد في وسط الكثير منها نجم من النجوم ذات الحرارة الشديدة .

ولقد وجد أن (النجوم الجديدة) بعد أن تضمحل ، تصير من

النجوم ذات الحرارة العالية ، وتكون في بعض الأحيان محاطة بغلاف سديمي . من أجل هذا يرى بعض العلماء أن السدائم الكوكبية تمثل حلقة معينة في حياة النجوم . ويقدر نصف قطر الغلاف الخارجي للسدائم الكوكبية بما يعادل نصف قطر النظام الشمسي مئات المرات .

أما السدائم الخارجة عن النظام النجومي ، فجميعها ذوات أشكال هندسية ، فنها الحلزوني والعدسي والبيضي الشكل والكروي .

ولقد أثبت التحليل الطيفي لأضواء السدائم الحلزونية أنها تختلف عن أضواء السدائم التي في داخل النظام النجومي بأنواعها الثلاثة ، وأنه يتكون من إشعاع سحب من النجوم تكونت بالفعل .

أما أشكال السدائم الخارجة عن المجرة السالفة الذكر ، فتمثل سلسلة التطور لحياة السديم الواحد منها .

وقد تمكن بعض الفلكيين من قياس سرعة عدد كبير من السدائم الحلزونية اللامعة بواسطة المطياف ، ووجد أن ٩٠ في المائة منهويتحرك في الفضاء في الاتجاه المضاد لنا بسرعة عظيمة ، وقدرت أقصى سرعة بنحو ١٠٠٠ ميل في الثانية الواحدة .

وتعتبر السدائم الخارجة عن المجرة عوالم مستقلة تمثل الواحدة منها نظاماً نجومياً ، ويطلق عليها أحياناً « الجزائر الكونية » .

ويمكن تقدير أبعادها برصد المتغيرات القيفاوية أو النجوم الجديدة فيها . ولقد اكتشف للآن نحو ٨٠ نجماً جديداً في سديم المرأة المسلسلة الذي يقدر بعده بنحو ٩٠٠ ٠٠٠ سنة ضوئية وقطره بنحو ٥٠ ٠٠٠ سنة ضوئية وهو السديم الحلزوني الوحيد الذي يمكن رؤيته بالعين المجردة السليمة .

ويشاهد في المناطق الجنوبية سديمان كبيران بعيدان عن المجرة

ويعرفان بالسحابة المجلية الكبرى والسحابة المجلية الصغرى . ويقدر بعد أولاهما بنحو ١١٠٠٠٠ سنة ضوئية والثاني بنحو ١٠٠٠٠٠ سنة ضوئية وقطره بنحو ٦٥٠٠ سنة ضوئية ، وقطر الأول نصف هذا الرقم.

ويقدر عدد ما يمكن أن يرى من السدائم إلى مدى أكبر المراقب المعروفة بنحو مليونين .

وليس كل السدائم مكوناً من نجوم ظاهرة ، بل إن العدد الأكبر منها يوجد في وسطه سرة أكثر شبهاً بسحابة غازية منها بسحابة نجومية سوف تصبح على الأرجح نجوماً على مرور الزمن الطويل .

ونحن لا نكاد نرى النجوم إلا في السدائم المفرطحة . وكلما زادت درجة تفرطحها زادت المساحة التي تشغلها المناطق النجومية فيها .

وقد عززت الأبحاث النظرية الرأي القائل بأن الأشكال الهندسية للسدائم الخارجة عن المجرة ، تمثل سلسلة الأطوار التي يمر بها السديم الواحد في أثناء حياته الطويلة وأن النجوم ليست سوى قطرات من الغازات المتكاثفة تولدت من كتل غازية سديمية ، كما تتكاثف سحابة البخار إلى قطرات من الماء . وهذا يفسر لنا لماذا كان التفاوت قليلاً بين أوزان النجوم لأنها جميعاً وليدة عملية واحدة .

ويمكننا أن نتصور ولو على سبيل الحدس أن حيزاً من الفضاء كان في وقت ما ممتلئاً كله بالغاز الممثل لجميع العناصر التي نعرفها امتلاء منتظماً ، ولما كان من غير الممكن بقاؤه منتشراً في الفضاء على هذه الصورة بدأ يتكاثف إلى كرات كبيرة منعزلة هي السدائم في مراحلها الأولى .

ولما كانت جاذبية كل دقيقة صغيرة من مادتها تؤثر في جميع الأجزاء التي حولها ، نشأت التيارات تدريجياً فأحدثت تجمعاً من الغاز ،

فازدادت عنده قوة الجاذبية ، وكان من شأن هذه التيارات أن تحمل السدائم على الدوران وكلما ضمرت تغيرت أشكالها وازدادت سرعتها الرحوية وتفرطحها ازدياداً مطرداً ، ثم تكثف الغاز عند أطرافها كتلاً منفردة وهكذا تكونت النجوم .

وبتهايل المادة نحو المركز في النجوم نشأت فيها الحركة الرحوية ومن ثم انقسمت على نفسها وتكونت النجوم المزدوجة .

وكلما كانت كثافة المادة قليلة ، زاد وزن المادة المتكثفة . ولهذا نجد أن كثافة مادة السدائم أقل بكثير من كثافة الهواء نفسها .

مَولد الأرض وَأخوَاتها الكواكِب السَّيَّارة

بعد سقوط نظرية مركزية الأرض في القرن السابع عشر بعد الميلاد بدأ العلماء يفكرون فيما عسى أن يدل عليه التشابه العظيم في حركة الكواكب السيارة ومن بينها الأرض ودورانها المستمر جميعاً حول الشمس ومن ثم عن كيفية نشوئها .

وكان «بوفون» أول من زعم بانفصال الكواكب السيارة جميعها من الشمس . أما عن كيفية الانفصال التي تخيلها فلم تقو على النقد العلمي . وفي عام ١٧٤٥ زعم «كانت» نشوء الكواكب السيارة من سديم بارد وتبعه في هذا الزعم العالم الفرنسي الشهير «لابلاس» . وفي أوائل هذا القرن دحض كثير من العلماء وفي مقدمتهم العالم الانجليزي جينز هذه النظرية وأسس نظريته – المشهورة بنظرية المد – عن كيفية مولد الأرض وأخواتها الكواكب السيارة من الشمس بافتراض اقتراب نجم كبير منها فيما مضى من الأزمان اقتراباً كافياً بحيث شاطرته مادة سطح الشمس عزمه فارتفعت في اتجاه النجم الغازي كتلة من مادة سطح الشمس كما يشاهد في حالات المد على سطح الأرض . ولم يلبث أن خرجت من هذا اللسان الممتد نافورة من المادة مستطيلة الشكل تشبه سيجاراً ضخماً مدببة عند الطرفين سميكة في الوسط ، ثم تكثفت هذه الكتلة في الفضاء البارد على شكل قطرات منعزلة . وبفعل الجاذبية من النجم الغازي انحنى مسارها منذ

بادئ الأمر فلم تعد إلى الشمس كما يحدث لرذاذ الماء عندما يلقى فيه بحجر ، لأن عزم كمية الحركة الذي أحدثه اقتراب النجم في مادة سطح الشمس كان من الكفاية بحيث يحول دون ذلك . وبقيت هذه الكتل التي تمثل الأرض وأخواتها الكواكب السيارة تدور حول الشمس في مساراتها الدائرية دون انقطاع ، وانطفأ نورها لأن كتلة كل واحدة منها على حدة كانت أصغر من الحد الأدنى المقدر لاحتفاظها بخاصية إشعاع الضوء . وبابتعاد النجم الغازي زال أثر المد على سطح الشمس .

ويلاحظ أن الكتل الأكبر نسبياً تقع في الوسط يمثلها المشتري وزحل والأصغر إلى الطرفين والمرجح أن الأخيرة ولدت في حالة السيولة أو الصلابة بينما الأولى كانت غازية منذ بادئ الأمر .

وهنا يأتي بعد ذلك دور الشمس في تأثيرها على هذه الكتل بالمد بطريقة مماثلة ؛ مما نشأ عنه مولد الأقمار المختلفة من بعض الكواكب السيارة . فالأرض بنت الشمس والكواكب السيارة أخواتها والقمر ابنها يدل على ذلك البحث العلمي وتؤيده الأرصاد عن طبيعة المادة في هذه الأجرام .

وما أعجز قول الله :

«أو لم ير الذين كفروا أن السموات والأرض كانتا رتقاً ففتقناهما وجعلنا من الماء كل شيء حيّ»

وقوله أيضاً :

«ثم استوى إلى السماء وهي دخان فقال لها وللأرض ائتيا طوعاً أو كرهاً قالتا أتينا طائعين» .

عُمْرُ الأرض

والآن ماذا عسى أن يكون عمر الأرض ؟

إن كثيراً من معالم سطحها يتغير على مرور الزمن . فلو استطعنا تقدير معدل التغيير الناشئ من عامل معين أمكننا استنباط الزمن الذي انقضى منذ حدوث مقدار معروف من التغيير .

فالأنهار كما هو معروف ، تحمل إلى البحار في كل موسم من مواسم فيضانها مقادير من الأملاح المذابة من سفوح الجبال عند منابعها مع رواسب أخرى . فأما الأملاح فمعظمها من ملح الطعام الذي يزيد على مرور الزمن في ملوحة البحار . وأما الرواسب فترسب في قاعها .

ولقد قدر أن ما تحمله جميع الأنهار من الأملاح يبلغ حوالي خمسة وثلاثين مليون طن في كل عام ، وأن ما تحتويه جميع المحيطات في العالم منها يبلغ ١٢٦٠٠ مليون مليون طن . فلو فرضنا أن معدل الزيادة في ملوحة البحار مما تنقله إليها الأنهار ثابت على مرور السنين الطويلة الماضية ، نجد أن عمر الأرض يساوي ٣٦٠ مليون سنة على الأقل . إذ أن ما يعتري السطح باستمرار من تغير يجعل المعدل السالف الذكر ليس ثابتاً في جميع العصور ، ويعتقد علماء الجيولوجيا أن هذا الرقم الذي يمثل معدل ما تحمله الأنهار – حالياً في السنة – من الأملاح المذابة أكبر من المتوسط في أثناء العصور الجيولوجية الطويلة المنصرمة ،

وبالتالي يكون عمر الأرض المستنبط بهذه الطريقة لا يمثل سوى الحد الأدنى .

أما الرواسب فقد قدر سمكها الكلي بحوالي نصف مليون قدم . ولقد لوحظ أنه منذ حكم رمسيس الثاني (منذ ثلاثة آلاف سنة) زاد سمك راسب النيل في الوجه البحري بمعدل قدم في كل خمسمائة سنة وعلى ذلك يمكننا أن نستنبط أن عملية الترسيب بدأت منذ ٢٥٠ مليون سنة وهذا الرقم أيضاً يمثل الحد الأدنى لعمر الأرض .

ونقطة الضعف في التقديرين السالفي الذكر هي عدم ثبوت المعدل في زيادة ملوحة البحار أو كمية الرواسب ، وعدم معرفتنا لمتوسط هذين المعدلين أثناء العصور الغابرة ولهذا فلا يمكن الاعتماد عليهما .

غير أن هناك ظاهرة أخرى يمكن استغلالها لتحقيق هذا الغرض . فقد اكتشف العلماء أخيراً أن ذرات أثقل العناصر الكيماوية مثل الاورانيوم (Uranium) والثوريوم (Thorium) والراديوم ليست في حالة من الاتزان المطلق ، بل تتفكك تدريجياً وتمر في أثناء تفككها بأطوار متعاقبة ، ويتكون منها في النهاية المطلقة الرصاص ، وتنطلق أثناء ذلك ذرات الهليوم المكهربة بسرعة تبلغ آلاف الأميال في الثانية .

ولقد وجد أن هذا التفكك في ذرات هذه العناصر ، يجري بمعدل ثابت لا يتغير على مرور الزمن الطويل ، فكمية من الراديوم تتناقص تدريجياً فتبلغ نصف مقدارها بعد زمن مقداره ١٥٨٠ سنة . أما الأورانيوم فينقص إلى نصفه بعد ٤٥٠٠ مليون سنة ، وأما الثوريوم فينقص إلى نصفه بعد ٢٢٠٠٠ مليون سنة .

ولقد ذكرنا أن الناتج من هذه العملية هو الرصاص الذي لا يختلف كيمائياً عن الرصاص العادي . أما من ناحية الوزن فالرصاص الناتج

من تفكك الأورانيوم أخف من الرصاص العادي ، والناتج من تفكك الثوريوم أثقل منه ، ولهذا يمكن دائماً تمييز الرصاص الناتج من مثل هذه العملية واستخدام هذه الخاصية لتقدير عمر الأرض بطريقة أسلم من الطريقتين السالفتي الذكر .

والتقديرات المستنبطة بهذه الطريقة تدل على أن عمر الأرض يبلغ ثلاثة آلاف مليون سنة على الأكثر ، نقول على الأكثر لأن من المحتمل أن هذه العناصر بدأت في التفكك قبل مولد الأرض .

ولقد أثبت علماء الجيولوجيا أن أعمار بعض الصخور في شمال أمريكا تبلغ ١٧٠٠ مليون سنة ، ولهذا يمكننا اعتبار الرقمين الأولين حداً أدنى والرقم الثالث حداً أعلى لعمر الأرض .

ومنذ مولد الأرض بدأت العوامل الجبارة عملها المتصل ، حتى تهيأت الظروف الملائمة لبعث الحياة – بمختلف أنواعها وغرائبها – على سطحها .

ومع أننا لا نعرف للآن كيف بعثت الحياة على سطح الأرض ، غير أننا نستطيع أن نتصور أنه منذ انفصلت هذه الكتلة من الحمم عن الشمس بدأت تفقد حرارتها في الفضاء العظيم المحيط بها ، فتضاءلت في الحجم تبعاً لذلك حتى تكونت على سطحها قشرة صلبة تحيط بحمم ملتهبة وصار لها جو غازي هو الهواء الذي نستنشقه ، حتى صارت درجة الحرارة مما يسمح للمياه أن تؤدي دورتها المعروفة من تبخر متصاعد ، فمطر متساقط ، فأنهار تجري ، وأصبح الماء عاملاً رئيسياً في تآكل الصخور وتفتيتها وإذابتها وحملها إلى البحار ، حيث ترسب وتضم بين طياتها بقايا الحيوانات وآثار الحياة المختلفة التي عاشت وماتت أثناء تكوين الطبقات المختلفة من الرواسب . وقد

بقيت هياكلها وآثارها أحقاباً طويلة من الزمن لتدلنا على عصور تكوينها .

ولقد وجدت في (جرينلاند) صخور تحتوي على بقايا أشجار لا تنمو في عصرنا هذا إلا في المناطق الحارة كما أنه وجدت في بعض أجزاء المناطق الحارة آثار الثلاجات التاريخية مما يدل على تعاقب دورات الحرارة الشديدة والبرودة الشديدة على سطح الأرض ، حتى تهيأت الظروف الملائمة لأشجار المناطق الحارة أن تنمو في بلاد مثل (جرينلاند) . وقد ذكرنا فيما سلف أن ذلك يعزى إلى تغير – ولو أنه طفيف جداً – في طاقة الإشعاع من الشمس .

هذه التطورات المتلاحقة لسطح الأرض ، وما صاحبها من تغيرات يمكننا أن نقيسها بالمقياس الجيولوجي حيث تقسم العصور الجيولوجية بوجه الإجمال إلى أربعة أحقاب رئيسية :

الحقب الابتدائي ويسمى الأركي ، وحقب الحياة القديمة ، وحقب الحياة المتوسطة ، وحقب الحياة الحديثة ، وتشغل حسب الترتيب : ٥٥ ٪ و٣٠ ٪ و١١ ٪ و٤ ٪ من مجموع الزمن الجيولوجي .

وقد ذكر الأستاذ سبنسر جونز في كتابه (World Without End) أن علماء الجيولوجيا اكتشفوا ما يدل على نشوء الحياة البدائية في الحيوانات اللافقرية بين طبقات الصخور في العصر الأركي فيرجع تاريخ نشوئها إلى ١٣٠٠ مليون سنة مضت . أما أقدم الحفريات المعروفة فيقدر بنحو من ٩٠٠ مليون سنة تقريباً . ويلي ذلك نشوء الحيوانات اللافقرية يتبعها عصر الأسماك منذ ٥٠٠ مليون سنة تقريباً ، ثم ظهور النباتات الأرضية وتنوع الأسماك والشعب المرجانية منذ ٤٢٠ مليون سنة تقريباً .

ثم عصر تكوين الفحم ونشوء الديناصور والزواحف الطائرة منذ ١٤٠ مليون سنة تقريباً .

ثم عصر الحيوانات الثديية وهو فجر الحياة الحديثة منذ ٦٠ مليون سنة تقريباً ثم ظهور الإنسان الشبيه بالقرد منذ ٨ ملايين سنة تقريباً .

وفي النهاية ظهور الإنسان منذ مليون سنة تقريباً .

هَل هُنَاكَ عَوَالِم اُخَرَى ؟

كثيراً ما يتساءل الناس عما إذا كانت هناك أرضين كأرضنا وعما إذا كانت على مثل هذه الأرضين حياة . ويزيد تساؤلهم قوة قوله جل شأنة :

«أفغير دين الله يبغون ، وله أسلم من في السموات والأرض طوعاً وكرهاً وإليه يرجعون . » «ألا إن لله من في السموات ومن في الأرض . »

ولعل القارئ يستطيع الآن أن يدرك أن الجواب عن الشطر الأول بالإيجاب . فالكواكب السيارة عطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل وأورانوس ونبتون وبلوتو أرضين مثل أرضنا ، وإن اختلفت في قليل أو كثير من حيث ظروفها الطبيعية . فهي أرضين من حيث أنها كتل من المادة انفصلت من الشمس وانطفأ نورها جميعاً فبردت في الفضاء العظيم . وهي من حيث أحجامها صغيرة إلى درجة أننا لا نستطيع مقارنتها بالأجرام السماوية الأخرى كالنجوم والسدائم . ومن وجهة النظر نفسها نستطيع اعتبار القمر وأقمار الكواكب السيارة الأخرى أرضين صغرى ، ولو أن هذا التعريف لا يعني أن في كل من هذه الأراضين حياة وهو الشطر الثاني من السؤال .

والواقع أن الإجابة عليه ليست من السهولة كما يتصور السائل . فالمراقب لم تبلغ درجة من الكفاية نستطيع بها أن نرى الأحياء على سطح الأجرام المذكورة أو على سطح غيرها .

وقد يظن لأول وهلة أنه يكفي دراسة الظروف الطبيعية في الكواكب السيارة ، أو أقمارها ومقارنتها بمثيلاتها على الأرض لتقرير ما إذا كانت هناك حياة مشابهة على سطوحها . إذ يجب أن نتذكر أننا لا نعرف للآن كيف بعثت الحياة على سطح الأرض سوى أنها مظهر لإرادة الخالق جل شأنه إذا أراد أمراً أن يقول له كن فيكون .

ثم إنه ليس معنى أن الظروف الطبيعية ملائمة للحياة على سطح كوكب سيار ما أن الحياة موجودة عليه قطعاً ، فالظروف الملائمة لبقاء الحياة شيء ، والظروف الملائمة لبعث الحياة من بادئ الأمر شيء آخر .

وعلى أيٍّ فلنستعرض الظروف الطبيعية بوجه عام في النظام الشمسي .

فأما الشمس فقد عرفنا أن سطحها ملتهب تبلغ درجة الحرارة عليه آلاف الدرجات .

وأما عطارد ففضلاً عن أنه لا يحيط به جو كجونا ، فلقربه من الشمس نجد أن درجة الحرارة على سطحه المواجه للشمس تبلغ درجة ذوبان الزنك بينما تبلغ درجة برودة نصفه الآخر الغير مواجه للشمس درجة عسيرة الاحتمال .

أما المشتري وزحل فإن الأرصاد والبحوث النظرية لم تثبت وجود الأوكسجين أو بخار الماء في جوهما ، الذي تتكون أجزاؤه الخارجية من الهيدروجين والامونيا وغاز المستنقعات . ونظراً لكبر سمك غلافهما الجوي (لكبرهما) فإن الضغط الجوي عند سطح كل منهما يكون أكبر منه على سطح الأرض . هذا فضلاً عن شدة البرودة على سطحهما نظراً لبعدهما عن الشمس .

وكذلك أورانوس ونبتون فدرجة البرودة على سطحهما أقسى مما هي

في المشتري ، وزحل ، لدرجة أن غاز الأمونيا لا يوجد في الأجزاء الخارجية من جوهما .

وأما بلوتو فهو كوكب سيار صغير ولذلك يرجح ألا يكون له جو ، فضلاً عن أن درجة البرودة عليه ليست مما يمكن أن تبقى عليه عناصر النتروجين والأوكسجين في حالة غازية .

ولهذا فليس من المحتمل وجود الحياة على سطح هذه الأجرام السالفة الذكر ، كما أنه ليس من المحتمل وجودها على أقمار الكواكب السيارة جميعها ، لصغرها بوجه عام إلى درجة لا يمكن معها أن تحتفظ بجو حولها .

أما الزهرة فتحول سحبها الكثيفة دون كشف حقيقة أمرها ، فلم يكتشف الأوكسجين أو بخار الماء في جوها للآن . وقد ثبت وجود غاز ثاني أوكسيد الكربون في جوها بكميات أوفر مما يوجد في جو الأرض إلى درجة أن بعض العلماء يعزون السبب في عدم وجود الأوكسجين في جوها إلى وفرة ثاني أوكسيد الكربون ، إذ يقدر أنه عندما تبرد كتلة من المادة – كالزهرة – يتكون في الحال بخار الماء وثاني أوكسيد الكربون . وعندما تصل درجة الحرارة حداً معيناً يتكثف بخار الماء ويهطل مطراً يملأ المنخفضات ، ويكون البحار والمحيطات ، أما ثاني اوكسيد الكربون ، فيبقى بوفرة في الجو الذي يحوي أيضاً غازات النتروجين والأرجون والنيون ، أما الأوكسجين فمن المرجح وجوده بكميات كبيرة في هذا الطور .

ويعزى وفرة الأوكسجين في جونا إلى فعل النباتات على سطح الأرض فهي تمتص ثاني أوكسيد الكربون وتعطي بدلاً منه غاز الأوكسجين . ومن المرجح ان كمية الأوكسجين في جو الأرض كانت قليلة عندما

بعثت الحياة على سطحها ثم تزايدت على مرور الزمن بترعرع الحياة النباتية .

من أجل هذا يرجح أن الزهرة تمثل الآن ما كانت عليه الأرض منذ ملايين السنين ، يزيد من هذا الترجيح ارتفاع درجة الحرارة على سطحها ورطوبة جوها . فلو فرضنا بعث حياة على سطحها لاحتمل على سبيل الحدس ، أن تكون من الأنواع البدائية التي كانت تعيش على الأرض في العصور الجيولوجية المنصرمة .

أما المريخ فقد أثار موضوع الحياة على سطحه جدلاً كبيراً وحظي بدراسات واسعة .

ويقول الأستاذ لويل أنه لاحظ على سطحه شبكة من قنوات هندسية الشكل تمتد آلاف الأميال ومتقاطعة في نقط كبيرة ، ويتغير مظهرها مع تعاقب الفصول على المريخ فتكون أكثر وضوحاً عند ذوبان ثلوج القلنسوة القطبية . واستنبط من ذلك أن هذا عمل أجناس ذكية تسكن سطح المريخ صنعت هذه القنوات لأعمال الري عند مناطقه الاستوائية وأنه حيث توجد نقط التقاطع الكبيرة يكثر عدد السكان . ويقول الأستاذ لويل أن بعض هذه القنوات اختفت صورها بينما يرى غيرها في مواقع لم يكن معروفاً أن بها قنوات . ويعزو اختفاء هذا البعض إلى تراكم الطمي وظهور الجديد الآخر إلى فعل سكان يعقلون ، يسكنون المريخ ويدبرون أمورهم وفق حاجاتهم .

غير أننا نجد عالماً آخر هو الأستاذ برنارد لا يقل مهارة أو خبرة في الرصد عن الأستاذ لويل لم يستطع أن يعزز ما ذهب إليه الأستاذ لويل .

وليس غريباً أن يكون هناك مثل هذا الاختلاف بين أرصاد فلكيين

عظيمين كهذين ، على كوكب سيار مثل المريخ . إذ يعزى سبب الاختلاف إلى ما قد يحدث أثناء الرصد من ذبذبة الهواء وبالتالي تشويه الصورة التي يكونها الراصد لمثل هذه التفاصيل الدقيقة في مخيلته. ولا يميل الرأي العام الفلكي إلى تصديق وجود سكان نابهين على سطح المريخ . لأنه ولو أن جوه مما يجعل الحياة عليه ممكنة ، غير أن درجة الحرارة على سطحه قد تصل إلى ٥٠ درجة فهرنهيت عند الزوال ثم إلى ١٣٠ درجة تحت الصفر بعد مغيب الشمس في آفاقه مما يجعل الحياة على سطحه صعبة الاحتمال .

وإذا كانت الحياة موجودة على سطح المريخ بالفعل ، فهي أشبه شيء بالحياة على سطح الأرض بعد ملايين أخرى من عمرها عندما تضعف طاقة إشعاع الشمس التي تمدنا بها عما هي عليه الآن .

والخلاصة أن الحياة مستحيلة على سطح جميع أعضاء أسرة الشمس ما عدا الزهرة والمريخ على سبيل الاحتمال .

ولقد ذهب كثير من العلماء إلى اعتبار أن وجود الحياة على سطح الأرض يخضع لعوامل متضاعفة ونادرة إلى درجة أنه يمكن اعتبار هذا الحادث السعيد عملاً من أعمال الصدف . فاقتراب نجم من آخر بحيث ينقسم أحدهما على نفسه قد حدث كثيراً . ولكن الأجزاء المنفصلة تكون كبيرة عادة فتتكون النجوم المزدوجة التي هي من فصيلة النجوم . أما اقتراب نجم من آخر بالكيفية التي يرسمها الأستاذ جينز في نظرية المد – والتي شرحناها بإيجاز عند كلامنا عن مولد الأرض وأخواتها الكواكب السيارة – فأمر في ذاته نادر الوقوع . ولقد قدر احتماله بمرة واحدة في كل خمسة ملايين سنة بفرض أن متوسط المسافة بين النجوم كما هي الآن .

من أجل ذلك رأى كثير من العلماء ان الحياة على سطح الأرض حادث يكاد يكون من أعمال الصدف وحدها .

غير أنه من ناحية أخرى نجد أن أعمال الصدف تقع في جميع الظروف والأوقات ، فضلاً عن أن متوسط المسافة التي تفصل بين النجوم في وقتنا هذا لا تمثل على الأرجح ما كانت عليه الحالة منذ ملايين السنين وقت أن ولدت الأرض ، بل إن متوسط المسافة وقتئذ كان أقل بكثير مما هو عليه الآن . فاقتراب أزواج عديدة من بعضها في نظامنا النجومي بالكيفية التي ذكرناها كان أكثر احتمالاً حينئذ وعلى ذلك فاحتمال وجود عوالم أخرى كالنظام الشمسي رغم ندرته يظل قائماً .

ويحتمل أيضاً وقوع مثل هذا الحادث لملايين النجوم التي توجد في ملايين الجزر الكونية – السدائم – التي توجد في الفضاء . ولعل الظروف الطبيعية على عدد كبير من توابعها مما يسمح بوجود الحياة .

أفلا زلنا عاجزين أمام قول الله :

« أو ليس الذي خلق السموات والأرض بقادر على أن يخلق مثلهم . – بلى وهو الخلاق العليم . إنما أمره إذا أراد شيئاً أن يقول له كن فيكون . فسبحان الذي بيده ملكوت كل شيء وإليه ترجعون » .

كيف تنتهي الحياة على سطح الأرض

إن الآراء العلمية التي جاءت في الفصول السابقة والتي استنبطت من الأرصاد الفلكية والبحوث النظرية لم يزل البعض منها ظنياً لافتقارنا للآن إلى بيانات أوفى عن هذه الأجرام البعيدة في أعماق الفضاء . فلم نزل للآن نجهل كيفية تولد هذه الكميات العظيمة من طاقة الاشعاع في النجوم والشمس مثلاً .

وبما أننا لا نستطيع التوسع هنا في شرح النظريات العلمية المختلفة التي استنبطت على أساسها النتائج السالفة الذكر فيحسن بالقارئ اعتبارها رؤوس مواضيع في الفلكيات الحديثة ، فإن شاء أن يتذوق طرائف إنتاج العلوم الحديثة في هذا الموضوع فعليه أن يبحث عن مراجع أوفى بغرضه . وعليه أن يتذكر دائماً أنه وإن كان قد اتسع أفق معرفتنا عن الأجرام السماوية في السنين الأخيرة اتساعاً كبيراً إلا أننا لسنا اليوم أو في الغد بأحسن مما شبه به نيوتن نفسه منذ ثلاثة قرون إذ يقول « ما كنت إلا كطفل يلهو على شاطئ البحر فيفرح بالأصداف تلفظها الأمواج بينما البحر في جوفه اللآلئ » . فليس ما نعرفه الآن وما سوف نعرفه بشيء يذكر بالقياس إلى ما لا نعرفه وما قد يظل خافياً علينا من أسرار الوجود .

والآن فلنحاول أن نرسم – ولو على سبيل الحدس – بما لدينا من معلومات – صورة ما .. للكيفية التي تنتهي بوساطتها الحياة على سطح الأرض .

ليس ثمة شك في أننا ندين بالحياة لذلك القسط المتواضع الذي نأخذه من إشعاع الشمس . فلو أردنا أن نتصور كيف يصبح هذا القسط أقل من أن يكفل بقاء الحياة ، وجب علينا بادئ ذي بدء أن نعرف كيفية تولد طاقة الإشعاع في الشمس وهو ما لا نعرفه على وجه التحقيق .

ومع ذلك فلو كانت هذه الطاقة تتولد بإفناء الذرات المكونة لمادة الشمس – كما يظن البعض – نجد أن ٦ ./ من كتلتها يستنفد على مدى مليون سنة نتيجة لذلك . وفي غضون ذلك الوقت الطويل يتغير كثير من معالم سطح الأرض عما هو عليه الآن فيستوي سطحها بما تجرفه الأنهار من الجبال وتنشأ جبال جديدة لمعادلة التوازن ، ثم تتجمد مياه المحيطات والبحار كلما برد سطح الأرض بتناقص كمية إشعاع الشمس . مثل هذا التغير يكون بطيئاً وتدريجياً فتتاح للحياة على الأرض في أثنائه أن تتكيف لملاءمة الظروف الدائبة التغير . غير أنه عندما تصل البرودة حدها الأقصى تصبح الحياة على الأرض غير ممكنة فتذبل ثم تتلاشى .

أما إذا كان إشعاع الشمس ناشئاً من تكوين عناصر مركبة من عنصر بسيط وهو الهيدروجين في مادة الشمس – كما يظن البعض الآخر – نجد أنه في غضون خمسين ألف مليون سنة يستمر الإشعاع بدرجته الحالية تقريباً وفي النهاية تتحول معظم كمية الهيدروجين الموجودة في الشمس والتي تقدر بثلث وزنها إلى عناصر أثقل فتقل نتيجة لذلك طاقة إشعاعها وتنقص كمية الحرارة التي نستمدها منها تباعاً وتصبح الحياة على الأرض أقل احتمالاً ثم مستحيلة . فلو تذكرنا أن عمر الأرض الآن هو حوالي ثلاثة آلاف مليون سنة نجد أن الحياة على

سطحها – حتى لو أخذنا بالرقم الأخير – لم تزل في مقتبل عمرها المديد .

أما الكيفية الأخرى لهذا القضاء المحتوم فهو أن تصبح الشمس بين عشية أو ضحاها نجماً جديداً كما ذكرنا من قبل وهو ما يقدّر أن يكونه كل نجم مثلها مرة على الأقل أثناء حياته . فإذا حدث هذا في خلال يوم أو بعض يوم تبلغ طاقة الإشعاع حداً مريعاً فتتبخر مياه البحار والمحيطات وتحترق الغابات والقرى والمدائن ومن فيها ، وتصبح الأرض صعيداً جرزاً بل ربما استحالت الأرض نفسها إلى كتلة من اللهب فسحابة من الغاز ، وقد يبلغ قطر الشمس حداً من الكبر فتبتلع الأرض .

وقد يحدث ذلك في أي وقت فتفنى الحياة وتعود الأرض إلى أمها قبل أن تبلغ سن الكهولة أو حتى ربيع العمر .

« إن الساعة لآتية لا ريب فيها » . « فارتقب يوم تأتي السماء بدخان مبين ، يغشى الناس » . « ولله غيب السموات والأرض وما أمر الساعة إلى كلمح البصر أو هو أقرب إن الله على كل شيء قدير » . « يوم نطوي السماء كطي السجل للكتب كما بدأنا أول خلق نعيده وعداً علينا إنا كنا فاعلين » .

صدق الله العظيم

المحتويات

الصفحة

مطابع الشروق

بيروت : ص.ب : ٨٠٦٤ - هاتف : ٣١٥٨٥٩ - ٣١٥١٠١ - برقيا : داشروق - تلكس : SHOROK 20175 LE

القاهرة : ١٦ شارع جواد حسني - هاتف : ٧٥٤٣١٤ - برقيا : شروق - تلكس : 93091 SHROK UN



